ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN.

HERAUSGEGEBEN

UNTER MITWIRKUNG DER KÖNIGL. TECHNISCHEN BAU-DEPUTATION UND DES ARCHITEKTEN-VEREINS ZU BERLIN.

REDIGIRT

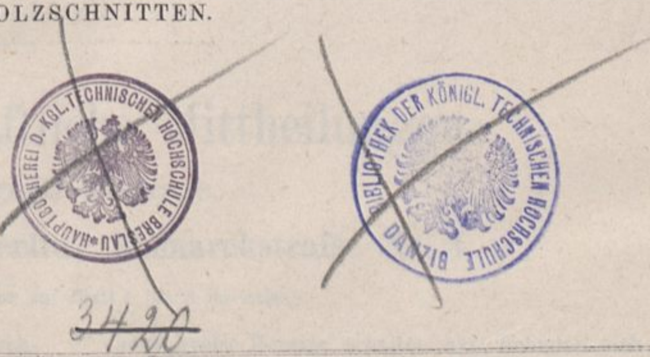
VON

G. ERBKAM,

BAURATH IM KÖNIGLICHEN MINISTERIUM FÜR HANDEL, GEWERBE UND ÖFFENTLICHE ARBEITEN.

JAHRGANG XXV.

MIT XCII KUPFERTAFELN IN FOLIO UND QUART UND VIELEN IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN.



BERLIN 1875.
VERLAG VON ERNST & KORN.
(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.)











HERAUSGEGEBEN
UNTER MITWIRKUNG DER KÖNIGL. TECHNISCHEN BAU-DEPUTATION UND DES ARCHITEKTEN-VEREINS ZU BERLIN.

JAHRGANG XXV. 1875. HEFT I BIS III.

Amtliche Bekanntmachungen.

Personal-Veränderungen bei den Baubeamten.

(Ende November 1874.)

Der Baumeister Ewerding ist zum Kreis-Baumeister in München-Gladbach (Reg.-Bez. Düsseldorf) ernannt.

Der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Otto ist von Hirschberg nach Berlin versetzt und zum Vertreter des Vorstehers des betriebstechnischen Büreaus der K. Direction der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn ernannt.

Der Marine-Hafen-Baudirector Martini ist aus dem Staatsdienste getreten.

In den Ruhestand ist getreten:

der Eisenbahn-Bauinspector Jahn in Cassel.

Gestorben ist:

der Kreis-Baumeister Mottau in Iserlohn.

Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

Original-Beiträge.

Wohngebäude in Berlin, Bismarckstrafse Nr. 4.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 1 bis 3 im Atlas.)

Das auf Blatt 1 bis 3 im Atlas in Grundrissen, Durchschnitten und Ansichten dargestellte Wohnhaus ist in Berlin für den Geheimen Ober-Medicinalrath Professor Dr. Frerichs in den Jahren 1869—70 erbaut. Das ganze Gebäude wird von dem Besitzer mit seiner Familie allein bewohnt. Im Erdgeschofs liegen die Geschäfts- und Gesellschaftsräume, im ersten Stockwerk die Wohn- und Schlafgemächer, so wie die Kinderzimmer; im Dachgeschofs, welches nach der Hofseite grofse Fenster erhalten hat, befinden sich noch Kinder- und Fremdenzimmer. Die Wirthschaftsräume sind im Kellergeschofs angelegt und werden (die Speisen aus der Küche nach dem Speisesaal durch einen Aufzug befördert. Das Gebäude wird durch Luftheizung erwärmt.

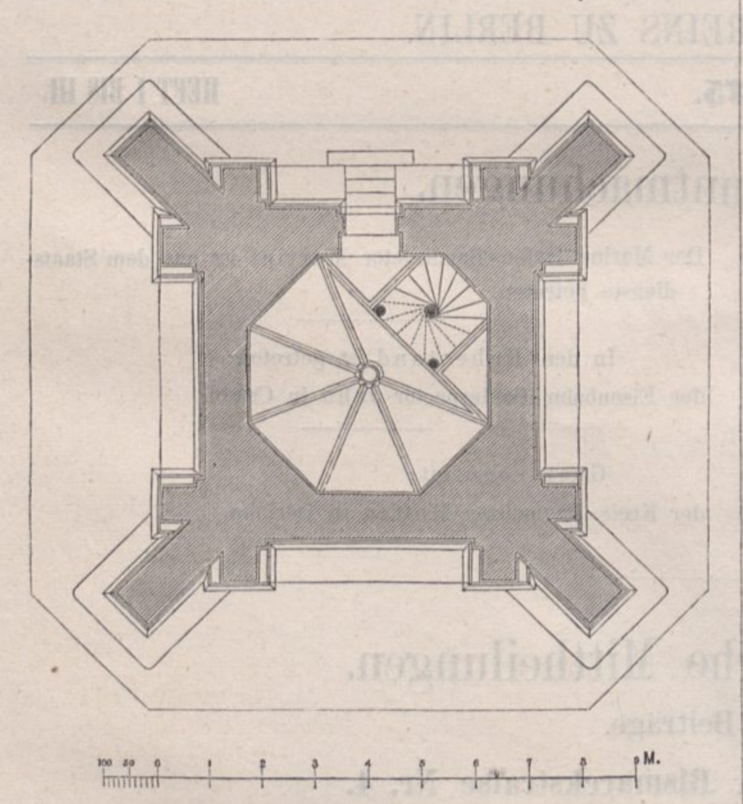
Da der Baugrund schlecht war, mufste bei der Bauausführung Kastengründung angewendet werden.

Berlin, im November 1874. F. Hitzig.

Denkmal auf dem Marienberge bei Brandenburg.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 4 im Atlas.)

Die Bestimmung des Denkmals, dessen Ausführung dem Unterzeichneten in Folge einer im Jahre 1873 stattgehabten Concurrenz zuertheilt worden ist, ist eine doppelte. Es soll einmal als Siegesdenkmal für die Kriege von 1864, 66 und 70, 71 errichtet werden und die Namen der in diesen Feldzügen aus der Provinz Brandenburg gebürtigen Gefallenen dem Gedächtnifs überliefern, und ferner zugleich an die Rolle erinnern, welche der Mark Brandenburg in der historischen Entwickelung der Ereignisse, deren letzten Abschnitt jene Kriege bilden, zuertheilt war. Demgemäfs ist auch schon die Stelle, auf welcher es errichtet wird, der im Nordwesten der Stadt belegene Marien- oder Harlungerberg eine bedeutsame. Sie beherrscht weithin die Stadt Brandenburg und die von der Havel durchströmte Ebene und es befand sich auf ihr schon zu Wendenzeiten ein Heiligthum dieses Volkes. Später nach Besetzung des Landes durch die Deutschen stand dort eine berühmte Marienkirche, welche erst im vorigen Jahrhundert leider zwecklos abgebrochen wurde. Genau auf der Stelle jener zerstörten Kirche wird sich das Denkmal in einer Gestalt erheben, welche geeignet erscheint, ihm auf jener Höhe eine bedeutsame Wirkung zu sichern.



Seinem Grundgedanken nach ist es als ein Thurm von nahezu 30 Meter Höhe gestaltet, welcher sich aus einem vierseitigen Unterbau von 8 Meter Seite erst im Achteck, dann als runder Schaft erhebt. Als Bekrönung trägt er eine achtseitige Loge und ist mit einem Kegeldach abgeschlossen. An dem unteren Theile ist die specielle Bestimmung des Monumentes veranschaulicht. Vier Nischen, durch vortretende Strebepfeiler getrennt, enthalten Tafeln mit den Namen der Gefallenen, darüber je ein Relief mit einer auf die historische Bedeutung des Baues bezüglichen Darstellung, nämlich 1) die Colonisation der Mark durch die Deutschen, 2) die Einführung des Christenthums in der Mark und die Errichtung des Bisthums Brandenburg, 3) die Besitzergreifung des Landes durch Friedrich I. von Hohenzollern, 4) die Proclamirung des Deutschen Kaiserreiches zu Versailles. In den Bekrönungen der Nischen sind Wappen angebracht, welche mit den Reliefs in Verbindung stehen, das Wappen der Mark Brandenburg, der Stadt Brandenburg, des Hauses Hohenzollern und des Deutschen Reiches. Die Strebepfeiler, welche den Uebergang zum Achteck vermitteln, tragen an ihrer Stirnseite auf Adlerconsolen die überlebensgrofsen Statuen der vier Fürsten, in deren Personen die Geschichte der Mark sich insbesondere concentrirt, Otto des Grofsen, Albrecht des Bären, Friedrich I. von Hohenzollern und des Kaiser Wilhelm. Die Loge auf der Höhe des Thurmes soll zum Genufs der weiten Aussicht dienen und hat zu diesem Zwecke acht grofse Fenster erhalten. Unterhalb der Fenster ist ein Fries mit Eichenkränzen und den Wappen brandenburgischer Städte angebracht. Auf der Spitze des Kegeldaches erhebt sich ein Kreuz. Das Innere des Thurmes enthält eine kleine Halle mit einer zu der Aussichtsloge führenden Treppe.

Die Formen des Baues sind derartig gewählt, dafs derselbe sich den charakteristischen mittelalterlichen Baudenkmalen Brandenburgs zwar anschliefst, aber doch einen eigenartigen Ausdruck, sowohl als ein modernes Werk, wie als ein von einem Befestigungsthurm wohl zu unterscheidendes Denkmal erhalten hat.

In seiner Herstellung ist möglichste Monumentalität in Aussicht genommen. Die Flächen sollen in Ziegelrohbau ausgeführt werden, alle ornamentalen Theile, sämmtliche Abdeckungen und Bekrönungen, Gesimse und Abwässerungen werden in festem Sandstein gefertigt. Für den figürlichen Schmuck soll Pariser Kalkstein angewendet werden, für die Schrifttafeln polirter Syenit.

Die Baukosten sind auf 25000 Thlr. angenommen, von denen bereits ein beträchtlicher Theil durch freiwillige Beiträge, sowie durch die Bewilligung des Communal-Landtages gedeckt ist. Der Bau soll in zwei Jahren vollendet sein.

Hubert Stier.

Der Zoologische Garten zu Berlin.

In dem Bildungs- und Belehrungsapparat unserer modernen Grofsstädte hat sich der zoologische Garten allmälig einen hervorragenden Platz erworben. Die bedeutenden Anforderungen, welche nach und nach an diese meist von Actiengesellschaften gegründeten Institute gestellt wurden, führten wegen Beschaffung der Geldmittel von selbst dahin,

den Standpunkt der reinen Wissenschaftlichkeit aufzugeben und neben der Belehrung auch dem Vergnügen der Besucher eine gewisse Rechnung zu tragen. Für den Architekten haben sich aus diesen beiden Forderungen an ein solches Institut eine Fülle von reizvollen Aufgaben ergeben. Die Unterzeichneten glauben daher durch die Veröffentlichung der letzten Bauausführungen des Berliner Gartens nicht allein den Fachgenossen, sondern auch den Leitern und Gönnern ähnlicher Institute einen weiteren willkommenen Beitrag für diesen in gewisser Beziehung eigenartigen Zweig unseres Faches zu geben.

In dem Umstande, dafs bereits im Jahrgang 1847 der Förster'schen Bauzeitung von unserem verdienstvollen Altmeister, Ober-Hof-Baurath Strack, eine Reihe anziehender kleiner Baulichkeiten dieses Gartens veröffentlicht wurden, fanden dieselben einen Anlafs, diesen Kreis zu vervollständigen und die dürftige Literatur mit einem weiteren Beitrag zu versehen. Nicht unerwähnt dürfen dieselben ferner lassen, dafs die Grundgedanken für diese Entwürfe und Bauausführungen der Seele dieses Instituts, dem Herrn Dr. Bodinus als geistiges Eigenthum angehören, die Unterzeichneten also kein anderes Verdienst daran beanspruchen, als das, diesen Gedanken Gestaltung gegeben zu haben.

Für den Standpunkt, den man derartigen Aufgaben gegenüber einzunehmen hat, dürfte Folgendes wichtig sein.

Der Charakter dieser Baulichkeiten hat doppelten Forderungen Rechnung zu tragen. Es soll durch die äufsere Erscheinung der Beschauer angeregt und ihm Gebilde vorgeführt werden, an welche anknüpfend seine Phantasie das eingehegte Thier auf seinem heimathlichen Boden zu sehen glaubt. Vor Allem aber soll dem Thier selbst ein behaglicher, dem Sonnenlicht möglichst zugänglicher, gut ventilirter, im Sommer nicht zu heifser, im Winter warmer Stall oder Käfig geschaffen werden, in welchem auch der Besucher sich wohl fühlt. Gegen diese letztere Bedingung ist in älteren Anlagen vielfach gesündigt worden. Die oft lichtlosen, übelriechenden Räume gleichen mehr Kerkern, in welchen das oft kostbare Thier einem schnellen Siechthum oder Tode zugeführt, der Besucher mehr abgeschreckt als angezogen wird. Wie wichtig es ist, dem Thier das Gefühl vollster Behaglichkeit zu gewähren und ihm die Freiheit vergessen zu machen, beweisen die überraschenden Erfolge einiger Gärten in der Vermehrung der Thiere. Hiermit wird der Verwaltung nicht nur eine beträchtliche Einnahmequelle geschaffen, sondern auch das Interesse durch die Möglichkeit der Beobachtung des Familienlebens der Thiere und jedes Stadiums ihres Alters immer von Neuem angeregt. — Zu diesem Erfolge tragen neben guter Pflege, peinlichster Reinhaltung und rationeller Ernährung nicht zum kleinsten Theil gut disponirte Häuser bei.

In den Ansprüchen an ein gutes Haus spielt die wichtigste Rolle: die Beleuchtung.

Aehnlich wie bei einem Pflanzenhause ist das directe Einfallen der Sonnenstrahlen namentlich im Winter ein wichtiges Lebensmoment für die Thiere. Eine Lage der Hauptseite des Hauses gegen Südosten ist deshalb wünschenswerth, weil so die Sonne für einige Stunden dasselbe in seiner ganzen Länge durchscheinen und durchwärmen kann. Hierdurch ergiebt sich die Beleuchtung durch Oberlicht als die zweckmäfsigste und empfehlenswertheste. Für Thiere, die sich durch ihren Farbenreiz besonders auszeichnen, wie die meisten der Vögel, ist diese Beleuchtung geradezu unentbehrlich. Erst durch sie und namentlich durch das Spiel der Sonne auf dem glänzenden Gefieder gelangt die Schönheit der Erscheinung zur vollen Entfaltung. Für Thiere, welche von Natur menschenscheu, wie die Raubthiere, ist die Beleuchtung so anzuordnen, dafs ein Theil des Käfigs im Schatten liegt, damit sich das Thier gelegentlich dorthin zurückziehen kann. Aus den oben angeführten Gründen sind doppelte Oberlichte, namentlich mit mattem Glase, wenn nicht zu starke Abkühlung dazu zwingt, nicht wünschenswerth. Dahingegen ist es wichtig, den Zuschauerraum nicht direct zu beleuchten, weil durch den Contrast in der Beleuchtung ein Reiz entsteht, welcher Thier und Mensch gleichmäfsig zu Statten kommt.

Für die Heizung ist mit gleich gutem Erfolge Luft- und Warmwasserheizung zur Anwendung gekommen. Wenn erstere gewisse Vorzüge für die permanente Zuführung frischer Luft bietet, so hat die letztere bei etwas gröfserer Kostspieligkeit der Anlage den Vortheil, den Wärmegrad des Hauses constanter und die Vertheilung der Wärme leichter und gleichmäfsiger (bei geringerem Brennmaterialverbrauch) bewirken zu können.

Für die Ventilation ist aufser durch die Heizung und durch Einrichtungen für natürliche Ventilation unseres Wissens von der Anwendung von Ventilatoren und sonstigen künstlichen Vorrichtungen noch kein Gebrauch gemacht worden. Dafs ohne die Anwendung derselben z. B. Affen- und Raubthierhäuser ganz vom Uebelstande ihres penetranten Geruchs befreit werden können, halten wir für unmöglich, wenn man nicht zu dem Mittel greift, solche Thiere hinter Glas zu setzen, wozu allerdings noch mancherlei andere Rücksichten für einzelne Thierarten schliefslich doch führen dürfen. Neuerdings beginnt man, die Wichtigkeit der Beschaffung von Pflanzenluft ihres Ozongehaltes wegen für manche Thiere zu probiren. Es liegt auf der Hand, dafs viele der beliebtesten Thiere unserer Gärten, wie Affen, einzelne Raubthiere, die meisten Vögel etc., welche im Walde ihre Heimath haben, durch das Entbehren solcher Luft an ihrer Gesundheit auf die Dauer geschädigt werden müssen. Leider bieten hierbei die Ammoniakgase, welche das Thierleben erzeugt, ein kaum zu beseitigendes Gift für das Gedeihen des Pflanzenlebens. Es liegt hierin ein noch ungelöstes Problem für gute Thierhäuser.

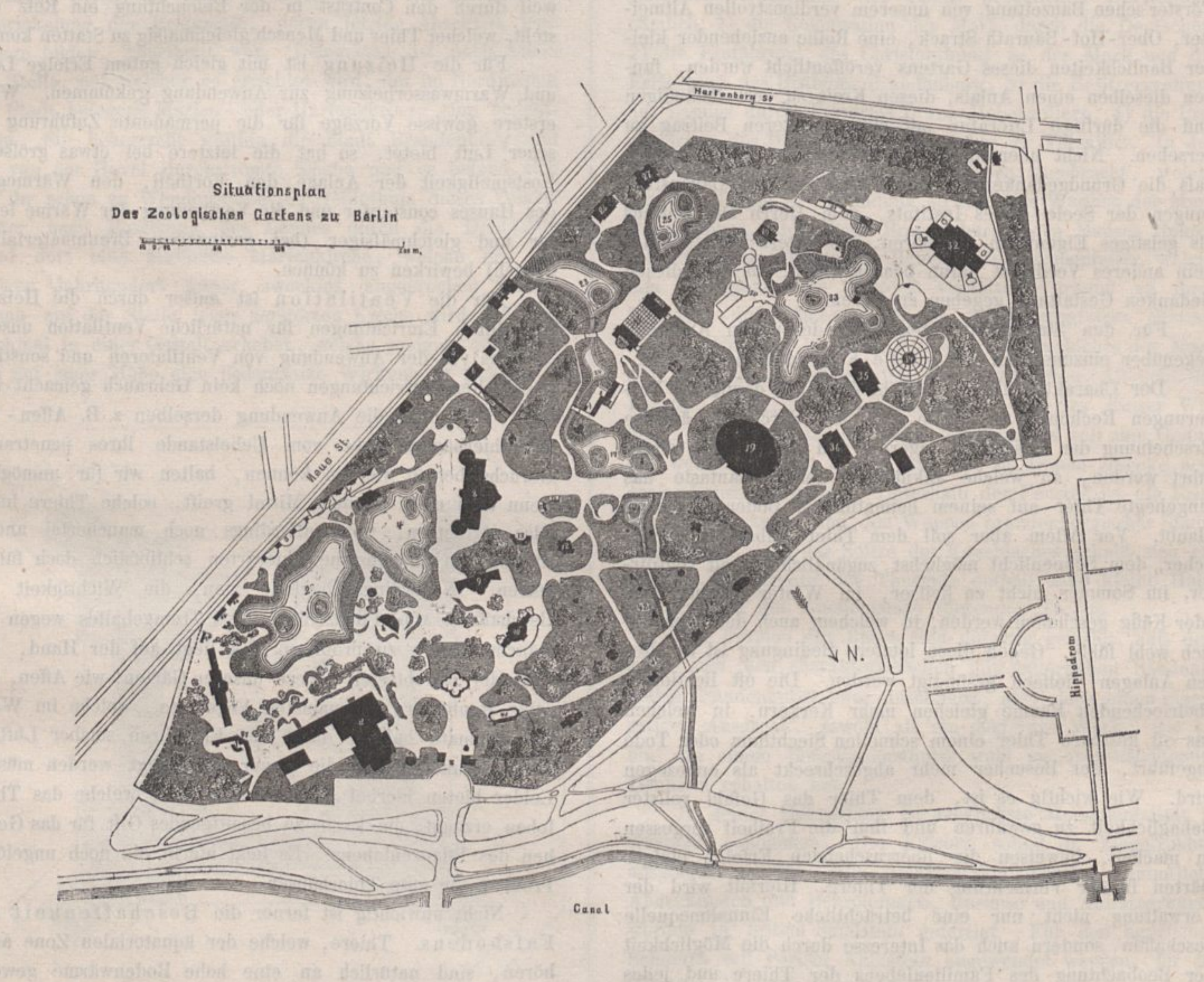
Nicht unwichtig ist ferner die Beschaffenheit des Fufsbodens. Thiere, welche der äquatorialen Zone angehören, sind natürlich an eine hohe Bodenwärme gewöhnt und sollten dieselbe auch in der Gefangenschaft finden. So hat man z. B. Giraffen und einzelnen der Antilopenarten, welche häufigen rheumatischen Krankheiten, besonders der Beine, ausgesetzt sind, einen von unten künstlich erwärmten Fufsboden gegeben und dadurch diese Krankheiten auf ein geringes Maafs eingeschränkt. Der Versuch, für Raubthierkäfige den an sich warmen Asphalt-Fufsboden anzuwenden, hat aufgegeben werden müssen, weil bei bester Reinhaltung doch durch den Urin Zersetzungen des Asphalts herbeigeführt werden, welche den Geruch solcher Häuser noch unerträglicher machen. Holz-Fufsboden hat sich schliefslich als das Beste bewährt. Bei Sommerkäfigen mit Sandboden, welche mit Glas überdacht sind, wolle man darauf Bedacht nehmen, das Dach so weit überhängen zu lassen, dafs das Traufwas-

ser und der Schlagregen den Fufsboden nicht anfeuchten können. Namentlich Raubthiere wählen mit Vorliebe und zu ihrem Schaden solche durchfeuchtete Stellen zum Liegen.

Damit die Thiere sich dem Beschauer gut präsentiren, stellt man dieselben gern etwas erhöht, Raubthiere bis zu $1{,}_{25}$ ^{m}, Ein- und Zweihufer, gröfsere Vogelarten etc. $0{,}_{3}$ ^{m} bis $0{,}_{6}$ ^{m} hoch.

Die so überaus wichtigen Verschlufsvorrichtungen, Schieber, Thüren und sonstige Absperreinrichtungen werden wir bei den einzelnen Thierhäusern behandeln.

Endlich ist nicht ganz unwesentlich der Anstrich des Hintergrundes der Käfige. Für die malerische Wirkung würden in vielen Fällen sich tiefe Farben empfehlen; auf Kosten der Gesammtwirkung hat sich aber ein leichter neutraler Ton als das Beste herausgestellt. Auf ihm kommt das Thier zu bester Wirkung, während schon die leichte Erneuerung desselben sich aus Reinlichkeitsgründen empfiehlt. Die Sommer- resp. Aufsenkäfige, sowie die Sommerausläufe sollen dem Thiere möglichste Freiheit gewähren und müssen in Bezug auf Lage gegen die Sonne, auf charakteristische Bodenbeschaffenheit und Baumbestand richtig gewählt, aber auch nicht zu grofs gegriffen sein, um das Thier nicht der Beobachtung zu entziehen.



1. Raubvogelkäfige.
1 *a. b. c.* Käfige für kleinere Raubvögel.
2. Neptunsteich.
3. Stelzvogelhäuser.
4. Grottenteich.
5. Inspectionshaus.
6. Winterhaus.
7. Hundezwinger.
8. Grofses Raubthierhaus.
9. Bärenzwinger.
10. Vogelhaus.
11. Hirschpark.
12. Känguruh-Haus.
13. Kleines Raubthierhaus.
14. Wombat-Grotte.
15. Grotte für Nagethiere.
16. Geflügelgehege.
17. Schwarzer Teich.
18. Pelikan-Gehege.
19. Antilopenhaus.
20. Lamahaus.
21. Entenvolière.
22. Straufsenhaus.
23. Cascadenteich.
24. Canalteich.
25. Grofse Volière.
26. Alter Bärenzwinger.
27. Kameelhaus.
28. Alter Teich.
29. Altes Affenhaus.
30. Projectirtes Affenhaus.
31. Fasanen-Volière.
32. Elephantenhaus.
33. Vierwaldstädter-See.
34. Hühnerhaus.
35. Altes Raubthierhaus.
36. Geflügelhaus.
37. Hirschparke.
38. Reservestall.
39. Wizentparke.
40. Büffelparke.
41. Kerabaupark.
42. Hirschpark.
43. Jakpark.
44. Zebupark.
45. Fischotter-Bassin.
46. Biber- und Seehund-Bassin.
47. Adlervolière.

a. Eingang.
b. Ausgang.
c. Springbrunnen.
d. Neue Restauration.
e. Alte Restauration.
f. Retiraden für Herren.
g. Retiraden für Damen.
h. Orchester.
k. Kaisergrotte.

I. Das Antilopenhaus.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 5, 6 und 7 im Atlas.)

Es ist dieses Bauwerk seiner Fläche nach die gröfste neuere Ausführung des Gartens. Dasselbe bedeckt eine bebaute Fläche von rot. 2000 □ᵐ und mit Hinzurechnung der grofsen Sommerausläufe sogar eine Bodenfläche von 4100 □ᵐ. Diese für die Herstellung von 21 Ställen bedeutende Gröfse ist hauptsächlich dadurch hervorgerufen, dafs zum ersten Male aus schon früher angeführten Gründen ein Pflanzenhaus mit in das Programm aufgenommen und, um die Thüren von der, starken Abkühlungen ausgesetzten Aufsenmauer zu isoliren und dem Wärter die Ställe leicht zugänglich zu machen, aufserdem ein Wärtergang längs der Umfassungswände angeordnet ist.

Die Ställe erscheinen auf diese Weise durch Eisengitter frei in den Raum eingebaut. Die Rücksicht, möglichst grofse, für jedes Thier gesonderte und direct demselben zugängliche Sommerausläufe zu gewinnen, führte von selbst auf einen halbkreisförmigen Abschlufs der Giebelfronten.

Für den Aufbau und die Durchschnittsverhältnisse ist besonders die Beleuchtung maafsgebend gewesen. Nach den schon Eingangs erörterten Grundprincipien für dieselbe kam es bei Aufstellung des Planes darauf an, den Zuschauer aus einer, wesentlich aus ästhetischen Rücksichten vorgelegten offenen Halle, welche allerdings in praktischer Weise die Eingangsthür gegen Regen, Schnee und Wind schützt, in einen schwach beleuchteten Vorraum treten zu lassen, um so von hier und aus dem nur seitlich beleuchteten Publikumsumgang Thiere und Pflanzen unter dem directen Oberlicht in erhöhter Schönheit zu zeigen. Die Anlage des Pflanzenhauses in der Mitte gewährt den Vortheil, durch diese centrale Lage allen Thieren gleichmäfsig Pflanzenluft zuführen zu können. Nicht unwichtig war hierfür die Erwägung, dafs dieser Mittelbau schon aus Gründen der äufseren Erscheinung eine bedeutendere Höhenentwickelung zuliefs, welche das anfänglich beabsichtigte Aufstellen einer grofsen Palmenflora ermöglichen könnte. Leider hat sich letzteres nicht durchführen lassen. Der starke Ammoniakgehalt der thierischen Excremente ist ein tödtliches Gift für diese schwer zu cultivirenden Pflanzen, welche aufserdem einer sehr feuchten und sehr warmen Luft bedürfen. Sie durch Verglasung der Bogenöffnungen zu isoliren, würde den eigentlichen Zweck verfehlen lassen. So wird man allmälig zu weniger empfindlichen Pflanzenarten übergehen und damit allerdings sich des Reizes begeben müssen, durch ein Palmendickicht auf eine Giraffenfamilie blicken zu können. Die gewählte Art der Beleuchtung hat sich bei diesem Hause überaus glücklich bewährt. Der sonnige Raum zeigt sich Thieren und Menschen gleich behaglich und angenehm. Sehr wesentlich hat hierzu die tiefe Lage der Oberlichter über den einzelnen Ställen beigetragen, welche Sonne und Licht direct und ohne hohe Lichtschachte zuführen.

Die Heizung geschieht durch 4 Caloriferen, welche von Boyer & Consorten in Ludwigshafen geliefert sind. Dieselben liegen unter den Räumen z, z^1, a^1, a^2 zu beiden Seiten des Haupteingangs und des Giraffenstalles. Zwei Ausströmungsöffnungen in jeder Kammer, seitlich gegen die Thierställe und nach Innen gegen den Umgang für das Publikum führen die warme Luft in ausreichender Weise dem Hause zu, so dafs eine Erwärmung bis zu 15° oder 16° Réaumur sehr leicht ist. Die anfänglich unangenehmen Luftströmungen sind durch vor die Oeffnungen gesetzte Kästen nach oben geleitet und dadurch fast gänzlich beseitigt. Die Thatsache einer etwas zu trockenen Luft ist auch hier nicht wegzuläugnen und hat durch öfteres Besprengen der Pflanzen ausgeglichen werden müssen. Um den aus Bohlen gebildeten mittleren Theil des Fufsbodens im grofsen Giraffenstall zu erwärmen, führt ein gemauerter Canal die überschüssige Wärme des Heizraums unter denselben. Dadurch, dafs diese Bohlen mit einer Sandschüttung versehen sind, wird den Thieren in einer für sie sehr behaglichen Weise der warme Wüstensand ersetzt. Sonst ist in den übrigen Ställen und auch längs der Seitenwände des Giraffenstalles der Fufsboden in Klinkerpflaster ausgeführt, um das Abtreten der Hufe zu bewirken. Der Stallfufsboden liegt etwas höher als der Fufsboden des Hauses. Für den Giraffenraum wäre ferner noch zu bemerken, dafs die seitlich desselben angeordneten Räume, im Souterrain zu Heizräumen benutzt, als Schleusen dienen, um die Thiere ohne Zugluft ins Freie gelangen lassen zu können, was durch directe Thüren nicht zu erreichen gewesen wäre. Die im Aeufseren sich aufbauende grofse Vorhalle hat den ähnlichen Zweck, dieselbe gegen plötzlich auftretende Regengüsse zu schützen.

Eine weitere Schwierigkeit bot die Ueberführung der Thiere über den Wärtergang ins Freie. Es geschieht dies in einfachster Weise dadurch, dafs die hölzerne Ausgangsthür doppelt ist. Die innere legt sich als Brücke über den tiefer liegenden Wärtergang, die zweite, äufsere, welche ebenfalls nach Innen schlägt, verschliefst die eine Seite des Uebergangs gegen den Wärterraum, die eiserne Gitterthür, das Stallgitter, die andere Seite desselben. Auf diese Weise gelangt das Thier, ohne den Wärtergang betreten zu können, ins Freie.

Die Ventilation geschieht durch an der First des Glasdaches über dem Pflanzenhause angebrachte Ventilationsklappen. Die anfänglich beabsichtigte Anordnung, den Dachboden über den Gewölben des Publikumraumes ebenfalls zu einer indirecten Ventilation dadurch zu benutzen, dafs man ihn durch Luftklappen mit der äufseren Luft in Verbindung brachte, während aus dem Pflanzenhause und den höchsten Punkten der Ställe die verdorbene Luft dahin abströmt, hat für den Winter aufgegeben werden müssen, weil die Abkühlung zu stark war. Es mufsten diese in den Durchschnitten angedeuteten Oeffnungen für diese Zeit geschlossen werden. — Die Ausführung der Dachconstruction des Glashauses ist durch Blechbinder geschehen. Eine doppelte Glasdecke, wie diese bei grofsen Pflanzenhäusern erforderlich ist, hat sich nicht als nöthig herausgestellt.

Für die Gestaltung der äufseren Architektur führte die Rücksicht auf die Heimath vieler der eingehegten Thiere zu einem Anlehnen an arabische und orientalische Architekturformen. Dafs dies nur in sehr bescheidener Weise geschehen konnte, lag einmal in der Natur des Bauwerks, welches immerhin nur den Charakter eines durchgebildeten Stalles

haben darf, dann aber auch in den geringen gebotenen Mitteln. Aus diesem Grunde und um einem solchen ganz freistehenden, dem Wetter aufserordentlich ausgesetzten Bauwerke eine möglichste Solidität zu gewähren, sind mit einer mäfsigen Anwendung einfacher Formsteine alle Gesimse, Pfeiler und sonstigen Vorlagen des Inneren und Aeufseren in gelben Birkenwerder Verblendsteinen, die Fliesen in Putz hergestellt.

Die Gesammt-Baukosten beliefen sich bei 2000 □^{m} bebauter Fläche und mit Berücksichtigung der Bauzeit im Winter 1871/72 auf rot. 60000 Thlr., so dafs der □^{m} sich auf 30 Thlr., der □Fufs also auf 3 Thlr. stellt. Hiervon haben die Anlage der Luftheizung einschliefslich der Maurerarbeit 3500 Thlr., die Eisenconstructionen des Pflanzenhauses 3800 Thlr. beansprucht.

Ende & Böckmann.

(Fortsetzung folgt.)

Pneumatische Fundirung mit hydraulischem Hebeapparat bei dem Bau der Brücke über die Neue-Maas in Rotterdam.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 8 bis 10 im Atlas und auf Blatt A im Text.)

Während die pneumatischen Fundirungen mancher in den letzteren Jahren ausgeführten Brücken nur unwesentliche Abweichungen von einander zeigen, so verdient es bei der grofsen Bedeutung, welche diese Fundirungsart für die Ueberbrückung grofser und tiefer Flüsse gewonnen hat, um so mehr Beachtung, wenn in einzelnen Fällen glückliche Versuche zur Erleichterung dieser Bauweise gemacht werden.

Es erscheint gewifs für jede pneumatische Fundirung von besonderer Wichtigkeit, sowohl dafs die Fortschaffung des unter dem Fundamentkasten befindlichen Bodens mit möglichster Beschleunigung geschehe, weil hiervon mindestens die Betriebskosten der Luftpumpen abhängen, als auch dafs die Arbeiten in den mit comprimirter Luft erfüllten Räumen so wenig als möglich durch Menschenhand ausgeübt werden, weil die Verwendung von Menschen gegenüber der Maschinenarbeit hier vorzugsweise theuer zu stehen kommt.

Wie aber für alle bei Bauausführungen anzuwendenden Maschinen, so wird auch hier die Bedingung zu erfüllen sein, dafs die Maschinerie entweder sehr einfach und so zu sagen robust construirt, oder bei complicirter Construction wenigstens so angebracht ist, dafs eine Betriebsstockung wegen Beschädigungen durch Ungeschick der Arbeiter etc. nicht zu befürchten steht.

Haben sich in dieser Beziehung z. B. senkrechte Bagger, welche bei einfachen Brunnenfundirungen ganz besonders günstig wirken, bei pneumatischen Fundirungen bekanntlich nicht vollständig bewährt, und bieten andererseits die zuerst bei der Mississippi-Brücke zu St. Louis angewandten Sandpumpen (S. Malezieux, travaux publics des Etats-Unis), welche einen aufsteigenden und den Sand mit fortreifsenden Wasserstrahl erzeugen, ganz überraschende Resultate, so verdient auch der im Nachfolgenden zu beschreibende, bei dem Brückenbau in Rotterdam benutzte, hydraulische Apparat zur Hebung und Ausschüttung gewöhnlicher Erdkübel für solche Fälle, wo der Boden durch Arbeiter gelöst werden mufs, eine besondere Beachtung.

Es ist nicht unsere Absicht, die grofsartigen Hafen- und Eisenbahn-Anlagen der Stadt Rotterdam hier näher zu beschreiben, zumal dieselben bereits in dem Werke: „Notice sur les travaux publics en Hollande par M. Ph. Croicette-Denoyers, Paris 1874," was Zeichnungen anlangt, vollständig mitgetheilt sind; es soll vielmehr nur die Brückenanlage über die Neue-Maas im Allgemeinen und das Eigenthümliche ihrer Fundirung speciell geschildert werden.

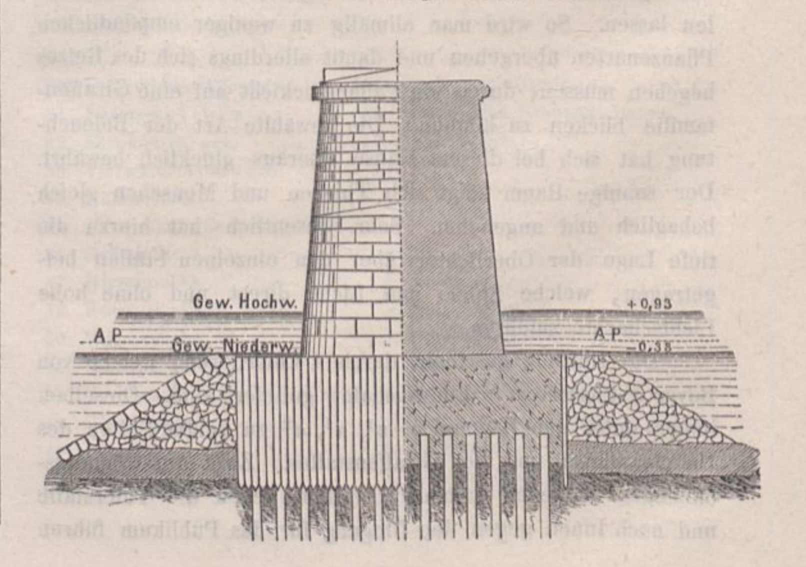
Die thatsächlichen Angaben darüber verdanken wir der Freundlichkeit des Herrn Ober-Wasserbau-Ingenieur Michaelis zu Rotterdam, welcher die dortigen Arbeiten als Ober-Ingenieur entworfen hat und auch zur Zeit noch leitet.

Die von Antwerpen über Rotterdam nach Amsterdam führende wichtige Eisenbahnlinie, in welcher sich die bedeutenden Brücken bei Moerdyk und Dortrecht befinden, hatte bis jetzt noch eine Unterbrechung bei und in Rotterdam durch die Neue-Maas und die von mehreren Grachten durchschnittene Stadt selbst. Um diese für den durchgehenden Verkehr sehr lästige Lücke auszufüllen, sowie zur Verbindung der neuen Hafenanlagen, welche auf dem der Stadt gegenüber liegenden, linken Ufer ausgeführt werden, mit den bereits bestehenden rechtsseitigen Bahnen, mufste die Neue-Maas überbrückt und quer durch die Stadt ein Viaduct von 1400^m Länge angelegt werden.

Diese Ueberbrückung ist nun nach der Grundrifsskizze auf Blatt A im Text in der Weise geschehen, dafs die für das Passiren der Schiffe nothwendige Drehbrücke in den neu gegrabenen Maas-Arm, den Norder Hafen, gelegt ist, während der alte Haupt-Arm der Maas nur eine feste Brücke erhält, hinter welcher freilich fast unmittelbar wieder eine Drehbrücke über den vereinigten Wijn- und Scheepmaker-Hafen folgt.

Die Profilskizze auf Blatt A giebt in der Hauptsache die constructive Anordnung der Brückenanlagen und deren Dimensionen.

Während nun sämmtliche übrigen Pfeiler ohne besondere



Schwierigkeiten in vorstehend skizzirter Weise mittelst eines auf vorher gerammten und tief abgeschnittenen Pfählen ruhenden Betonfundaments, welches durch eine auf Sinkstücken gelagerte Steinschüttung gegen Unterspülung gesichert ist, erbaut werden konnten (vgl. Harburg-Hamburger Elbbrücken und Weichselbrücke bei Dirschau etc.) mufsten die beiden neben dem in max. 14^m unter AP tiefen Stromschlauche der Maas stehenden Pfeiler bis zur Tiefe von $-19,_6{}^m$ und $-20,_{47}{}^m$ AP auf pneumatischem Wege gesenkt werden.

Indem bei Rotterdam das gewöhnliche Niederwasser auf $0,_{33}{}^m$ unter AP fällt, das gewöhnliche Hochwasser aber auf $0,_{93}{}^m$ und die höchste Sturmfluth sogar auf $3,_{16}{}^m$ über AP steigt, so ergiebt sich, von letzterer abgesehen, die gröfste Druckhöhe zu rot. $21,_5{}^m$ für den pneumatischen Senkkasten.

Die Bodenarten bestehen dort hauptsächlich aus Sand und Thon. Es fand sich z. B. bei dem Pfeiler No. IV bis $-13,_8$ fetter Thon, $-14,_8$ Thon mit Moor, $-15,_8$ Thon mit Sand, $-18,_8$ feiner Sand, $-28,_8$ grober Sand, $-29,_8$ Sand mit Thon, $-34,_0$ fester Thon etc.

Das Vorkommen des Thones machte nun nicht allein die Lösung des Bodens durch Arbeiter unbedingt nothwendig, sondern es erschwerte auch das Austreten der Luft unter der Unterkante des Kastens. So mufste während des Durchsenkens einer Thonschicht zur nothwendigen Erneuerung der durch das Athmen der Menschen, Brennen von Stearinkerzen etc. verdorbenen Luft in Perioden von 5 Stunden der eine Schacht geöffnet und durch den anderen um so kräftiger Luft zugeführt werden.

In ähnlichen Fällen dürften eine Beleuchtung durch die Decke des Kastens, wie bei der Brücke zu St. Louis ausgeführt ist, oder elektrische Beleuchtung im Inneren, sodann auch besondere Ventilationsröhren grofse Vorzüge gewähren.

Die Kasten der beiden Pfeiler halten 24^m Länge, 9^m Breite und $4,_7{}^m$ Höhe im inneren Werkraume, welcher 200 □^{m} Fläche bot. Sie bestanden in der Hauptsache aus 12 bis 13^{mm} starken Blechen, welche in den Seitenwänden durch horizontale, mit Zwischenmauerung versehene Bankets und verticale Consolen, sowie in der Decke durch ein $0,_6{}^m$ hohes System von Längs- und Querträgern versteift waren. Die unteren Schneiden waren durch 4 besondere Bleche von 10^{mm} Dicke verstärkt.

Jeder Kasten hatte nahe an seinen beiden Enden je zwei $0,_9{}^m$ weite cylindrische Schachte, welche sich oben mittelst conischer Aufsätze zu $0,_{68}{}^m$ verengten und paarweise eine geräumige $2,_2{}^m$ weite und 3^m hohe Arbeitskammer für die Erdförderung trugen. Aufsen an jeder Arbeitskammer befanden sich eine Luftschleuse A zum Einsteigen der Arbeiter und zwei besondere Schleusen zum Einbringen des Betons.

Es möge nun mit Bezugnahme auf die auf Blatt 8 bis 10 im Atlas gegebenen Zeichnungen die specielle Beschreibung der zum Betriebe dienenden Vorrichtungen folgen.

Blatt 8, welches die Gesammtanordnung der Rüstungen und Maschinenanlage giebt, zeigt bei EE zwei Locomobilen, welche je bei FF zwei von kaltem Wasser umgebene Luftpumpen treiben. Von diesen Pumpen geht ein Rohr 1. 1. bis zur Mitte des Kastens und theilt sich über demselben in zwei nach jeder oberen Arbeitskammer gehende, mit einigen Gelenken versehene Röhren. Die Einmündungen derselben in die Arbeitskammer, sowie die dort befindlichen Hähne zum Aus- und Einlassen der comprimirten Luft sind aus den Zeichnungen auf Blatt 9 zu ersehen.

Aus denselben ergiebt sich auch, dafs die Arbeiter nur in der meistens üblichen Weise auf einer Leiter zum Kasten hinein und heraus gelangen konnten. Die hiervon abweichende, bei der Mississippi-Brücke zu St. Louis gewählte Anordnung, wobei für das Auf- und Niedersteigen der Arbeiter ein besonderer, oben offener Schacht mit einer Wendeltreppe angebracht war, welcher zu den erst unten befindlichen Luftschleusen führte, dürfte sich allerdings auch bei Pfeilern von geringen Abmessungen kaum nachahmen lassen.

Die zu der oberen Arbeitskammer führende Luftschleuse hat zwei horizontal drehbare Thüren, bei denen aber die Drehung nicht um eine Kante derselben erfolgt, sondern um zwei verschiedene, durch Dreharme mit einander verbundene Charniere, so dafs der ganze Umfang der Thür stets nahezu gleichmäfsig angeprefst und die Kautschukdichtung länger gut erhalten wird. In ähnlicher Weise sind auch die übrigen Klappen, welche zum Ausschleusen des gehobenen Erdmateriales und zum Einschleusen des Betons dienen, construirt.

Wie aus dem Horizontalschnitt und den zwei Verticalschnitten der Arbeitskammer auf Blatt 9 ersichtlich, liegt zwischen zwei in eine Kammer mündenden Schachten ein unter 45 Grad geneigter, zur vorläufigen Aufnahme der unten ausgegrabenen Erde dienender Cylinder B, welcher durch eine obere und untere Klappe als eine besondere Luftschleuse eingerichtet ist. Ueber der oberen Cylinderöffnung befindet sich eine Kettenscheibe von solchem Durchmesser, dafs die mit ihren Querbolzen in die Zahnschnitte der Scheibe greifende Kette genau mit ihren beiden, je einen Erdkübel tragenden Enden in den Axen der beiden Förderschachte hängt. Wird nun durch den weiter unten zu beschreibenden hydraulischen Treibapparat die Kettenscheibe bald nach rechts, bald nach links gedreht, so gelangt nach genügender Drehung jedesmal ein leerer Kübel nach unten in den Fundamentkasten, und ein voller Kübel nach oben bis über den schrägen Cylinder B. Während der untere Kübel durch die Erdarbeiter gefüllt wird, entleert sich der obere mittelst der dortigen Kippvorrichtung in den Erdcylinder. Das untere Ende der Kette greift nämlich mit einem Querstock in die Klaue eines in schräger Richtung aufgehängten Hebels l und gelangt dadurch in die punktirt angegebene Lage. Indem aber der Kübel unterhalb seines Schwerpunktes an einem Bügel hängt, so hat der in der oberen Arbeitskammer befindliche Mann nur eine eiserne Klinke, welche zeitweilig den Rand des senkrecht hängenden Kübels mit seinem Bügel verbindet, loszuschlagen, um sofort das Kippen des Kübels zu bewirken. Dieses Kippen wird jedoch durch die am äufseren Umfange des Kübels sitzenden Vorsprünge, die gegen den Bügel schlagen, begrenzt.

Wenngleich nun der auf diese Weise sehr rasch gefüllte schräge Cylinder B nur einen mäfsigen Fassungsraum besitzt, so bietet er den Vortheil, dafs sein Inhalt ausgeschüttet werden kann, ohne die comprimirte Luft aus der eigentlichen Arbeitskammer entweichen lassen und den Gang der übrigen Arbeiten unterbrechen zu müssen.

Diese Vorrichtung, welche aber nur im Zusammenhange mit der ganzen Erdförderung überhaupt beurtheilt werden darf, dürfte besonders mit der sehr zweckmäfsigen Einrichtung zu vergleichen sein, welche zuerst bei dem Bau der Elb-

brücke bei Stendal angewandt und auch an anderen Orten mit Vortheil wiederholt worden ist. Dieselbe besteht bekanntlich darin, dafs innerhalb des zugleich als Luftschleuse und obere Arbeitskammer dienenden Raumes ein ringförmiger Behälter zur Aufnahme von etwa 3 — 4 kb^m Erde angebracht ist, welcher durch Klappen im Boden der Luftschleuse, jedoch nach zuvoriger Absperrung derselben gegen den Senkkasten und nach geschehener Communication der Luftschleuse mit der äufseren Luft, entleert werden kann.

Es erübrigt nun noch, den hydraulischen Treibapparat für die Bewegung der Kettenscheibe näher zu erläutern.

In dem Maschinenhause (Blatt 8) werden durch die zwei erwähnten Locomobilen ebenfalls zwei Druckpumpen GG mit dem zunächst zum Kühlen der Luftpumpen bei FF gebrauchten Wasser gespeist. Das Druckwasser gelangt von den Pumpen in den bei H angegebenen Accumulator, dessen Verticaldurchschnitt sich auf Blatt 10 befindet.

Dieser Accumulator bietet zunächst gegen die gewöhnlichere Form die Abweichung, dafs der eigentliche Cylinder a nur kurz und als beweglicher Theil oben, in Verbindung mit dem einen Druck von 20 Atmosphären verursachenden Belastungskasten, angebracht ist, während der längere Kolben b als hohles Rohr unten befestigt ist. Von dem gesammten Hohlraume beider Körper dient selbstverständlich ein gewisser Obertheil als Windkessel und somit liegt in der gewählten Anordnung eine Ersparung an Material, indem der bewegliche Cylinder kürzer sein darf als der engere Kolben.

Eine zweite Abweichung von der gewöhnlichen Einrichtung der Accumulatoren ist dadurch bedingt, dafs hier nicht der Accumulator bei seinem höchsten Stande einfach durch eine Hebelvorrichtung die Dampfmaschine und damit auch die Druckpumpen zum langsameren Gang oder zum Stillstande bringen darf, weil hier die Dampfmaschinen zugleich auch die Luftpumpen zu treiben haben. Um in diesem Falle den Accumulator und die Druckrohrleitung vor zu grofsem Wasserdruck zu schützen, hebt der erstere nach erreichtem höchsten Stande mittelst eines an dem Belastungskasten angebrachten Ringes bei g die in das Sicherheitsventil bei k gehende Stange f etwas in die Höhe. Das auf Blatt 10 detaillirt im Durchschnitt mitgetheilte Sicherheitsventil zeigt, wie durch Hebung der Stange f und des unten daran befindlichen hohlen und mit kleinen Löchern durchbohrten Cylinders h das Druckwasser einen Abflufs in die freie Luft gewinnt, sobald jene kleinen Löcher nämlich nur etwas über die obere Kante des festsitzenden Ringes i gehoben sind.

Aus dem Accumulator gelangt nun das Druckwasser durch das Rohr 2. 2. nach jeder der beiden Arbeitskammern in den Schieberkasten u' des hydraulischen Motors. S. Fig. 5, 6 und 7 Bl. 10. Die Befestigung desselben an der oberen Arbeitskammer geht sowohl aus den letzteren Figuren wie aus den Zeichnungen auf Bl. 8 hervor.

Es darf hier wohl daran erinnert werden, dafs die zum Heben und Senken der Erdkübel dienende Kettenscheibe bald rechts, bald links gedreht werden mufs, wobei jedoch diese Drehung durch die gröfste Hubhöhe der Kübel begrenzt wird.

Die Drehachse i der Kettenscheibe geht nun durch eine Stopfbüchse in der Wand der Arbeitskammer nach Aufsen, trägt dort das kleine Rad x', welches von dem bedeutend gröfseren Rade x getrieben wird. Auf der Welle w' des letzteren sitzen zwei kleinere, aber unter sich völlig gleiche und demselben Zwecke dienende Räder w w, welche schliefslich die Bewegung durch die auf- und niedergehenden (nur zum Theil gezeichneten) Zahnstangen v v erhalten.

Durch die Gröfsenverhältnisse der Kettenscheibe und der Räder x', x und w wird offenbar erreicht, dafs durch einmaligen Auf- und Niedergang der Zahnstangen v v die Kübel ihre gröfste Hubhöhe erlangen.

Das Auf- und Niedergehen der Zahnstangen v v erfolgt aber dadurch, dafs dieselben an der Aufsenseite des hydraulischen Cylinders t' (s. Fig. 6 bis 10) befestigt sind, welcher selbst auf seinem festsitzenden Kolben t (Fig. 9 u. 10) verschiebbar gemacht ist. Seine Verschiebung nach oben oder unten geschieht, sobald aus der übrigens hohlen, und nur in der Kolbenhöhe massiven, dabei oberhalb und unterhalb des Kolbens mit Ausströmungsöffnungen versehenen Kolbenstange s das Druckwasser entweder oberhalb oder unterhalb des Kolbens ausströmt und zugleich in umgekehrter Folge in jene Stange wieder einströmt. Zu diesem Zwecke hat aber nur der in der oberen Arbeitskammer befindliche Mann mittelst des Steuerungshändels q (s. Fig. 1 u. 2 Bl. 9) die Schieberstange r des hydraulischen Schiebers u' (s. Bl. 10) entweder nach rechts oder nach links zu bewegen, indem nämlich das rechts gezeichnete Rohr u von oben, das links gezeichnete Rohr u von unten in die Stange s einmündet, und beide Röhren u u abwechselnd je nach der Schieberstellung mit dem in die freie Luft mündenden Abflufsrohr y in Verbindung treten.

Erscheint nun vielleicht auf den ersten Blick diese hydraulische Maschinerie etwas complicirt, so darf doch nicht übersehen werden, dafs sie sich in einem völlig umschlossenen Gehäuse aufser aller Gefahr vor Beschädigungen befindet und dafs zu ihrer äufserst leichten Handhabung nur der ebenfalls das Auskippen der Kübel besorgende Mann in der oberen Arbeitskammer erforderlich ist.

Wenn also von der Arbeit des Lösens und Einfüllens der Erde in die Kübel abgesehen wird, welche bei unreinem oder sehr festem Boden wohl stets Menschenhänden überlassen bleiben muss, so ist für das Heben und Beseitigen der einmal in Kübel gefüllten Erde eine geringere Verwendung von Menschenarbeit wohl kaum denkbar.

Nach geschehener Senkung des Pfeilerkastens ist derselbe mittelst der zu beiden Seiten der Arbeitskammer angebrachten Betonschleusen C C mit Beton ausgefüllt. Dieselben sind, wie das Bl. 9 angiebt, jede durch einen Lufthahn e mit der Arbeitskammer, sowie durch einen gleichen Hahn e', welcher jedoch mit dem Hahn e durch eine gemeinsame Stange verbunden ist, mit der äufseren Luft in Verbindung zu setzen und somit als selbstständige Luftschleusen eingerichtet. Zum leichtern Abgleiten des Betons ist über der unteren Grundfläche eine schräge Holzfläche angebracht.

Für den Pfeiler IV wurde im August 1870 der Senkkasten an Ort und Stelle gebracht, im Anfang September mit der Aufmauerung und am 20. September mit dem Senken unter Verwendung der comprimirten Luft begonnen. Im November wurde der tiefste Stand von $-20,_{47}{}^m$ AP erreicht und der Beton eingeschüttet. Im Anfang December war der Pfeiler bis $+4,_0{}^m$ AP aufgeführt.

Für den Pfeiler III war der Senkkasten im Juni 1871 angebracht und wurde mit dem Aufmauern begonnen; im Juli konnte das Senken in den Boden geschehen, bis im

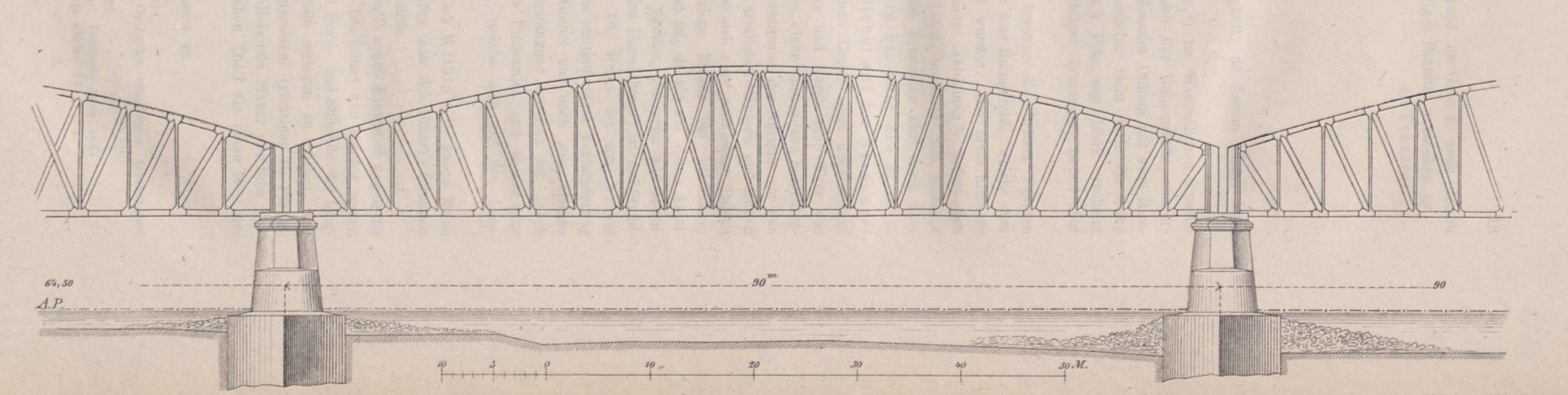
Grundrifsskizze.

0 100 200 300 m.

Neue Hafen-Anlagen.
von Antwerpen
Provis. Bahnhof
Norder-Hafen.
Vorbehaltene Erweiterung des N. Hafens.
Neue Maas
Neue Maas
Demn. Strassenbrücke
Neue Eisenbahnbrücke
Leuve Hafen
Scheepmakers Hafen
Wijn-Hafen
Stadt Rotterdam.
Neue Pfeilerbahn durch die Stadt
Alter Hafen
Haringvliet
In Aussicht genommene Verbindung
Rheinische Eisenbahn
Holland. Eisenbahn
Bej. Bahnhof
nach Amsterdam
Rotte Fl.
Die
S. W. O. N.

Profilskizze.

A.P.
+3,66
-6,34
-7
-20,47 m
I II III IV
80 m 56 80 120 64,5 90 90 90 64,5 70 50 70
100 50 0 100 200 300 M.



Verlag v. Ernst & Korn in Berlin. Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin.

August die Tiefe von $19,_{60}$ AP erreicht war und die Betonschüttung erfolgte. Anscheinend hat hier die gröfsere Uebung der Bedienungsmannschaft einen rascheren Betrieb als für den Pfeiler IV bewirkt, während im Ganzen auch dessen Ausführung als ein recht günstiges Resultat anzusehen ist.

L. Franzius.

Die Stoa des Königs Attalos II zu Athen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 11 bis 16 im Atlas und auf Blatt C im Text.)

In dem nordwestlichen Theile der Unterstadt von Athen zwischen dem Theseion und der Pyle der Agora, etwa 230 M. von jenem und 130 M. von dieser entfernt, steht eine Ruine, deren Hauptrichtung von N. nach S. läuft. Mit ihren dunkelgefärbten Quaderreihen und thurmartigen Vorsprüngen die hier belegenen niedrigen Häuser überragend, hat sie seit langer Zeit die Aufmerksamkeit der Kunstforscher und Reisenden auf sich gezogen.

In unvollkommener Weise ist sie schon auf dem ältesten Plane von Athen, dem sogenannten der Capuciner um 1670 angedeutet, wenn anders die rechts vom Theseion belegene Ruine damit gemeint ist.[1]) Auf dem von Unrichtigkeiten wimmelnden und theilweis ganz fingirten Plane des Guillet von 1672 ist dieselbe Planstelle dem Tempel des Mars (Nr. 74) zugesprochen worden, während der Autor unmittelbar darüber und zwar offenbar, um ein Excerpt des Athenaeus zu verwerthen, unter Nr. 56 eine Portique d'Attalus verzeichnet.[2])

Etwas später haben Spon wie Wheeler von der Ruine Kenntnifs genommen. Der erstere berührt sie flüchtig mit der Meldung, dafs südwestlich vom Tempel des olympischen Jupiter d. h. von dem Bauwerk, welches jetzt als Hadrian's Gymnasium gilt, „ein grofses breites altes und sehr hohes Gemäuer läge" und tauft sie Serapeion. Der zweite giebt die werthvollere und von schärferer Beobachtung zeugende Nachricht,[3]) dafs nordostwärts vom Theseion sich „das Frontispiz eines sehr alten Tempels befände, aus Steinen von tief dunkelbrauner Farbe" errichtet. Er nennt das Gebäude Castor- und Pollux-Tempel.

In Stuart's Zeit wird bei gleicher Hervorhebung der Reste eines Giebelfeldes die Ruine als das Gymnasium des Ptolemaios bezeichnet; und zwar nachdem eine hier gefundene Inschrift des Ptolemaios an die Erwähnungen jenes Gymnasiums bei Plutarch und Pausanias wieder erinnert hatte. Stuart verdanken wir die weitere Angabe, dafs die Mauern in pseudisodomer Struktur hergestellt wären.[4]) Er war auch der Erste, der in seinem Plane der Alterthümer von Athen[5]) die Lage des Ruinenfeldes gegen Theseion, Hadriansgymnasium, Areopag und Burg mit einer anerkennenswerthen Genauigkeit zu fixiren wufste. Freilich ist der von ihm gezeichnete Umfang des damaligen Mauerringes zu grofs gerathen, doch wäre es Unrecht den Autor deshalb hart zu tadeln, da nicht vergessen werden darf, dafs jene Ruine schon damals mit türkischen Häusern dicht umbaut ja überbaut war, und alle Reisenden bis zum Freiheitskriege hin über die Schwierigkeit, an diesem Platze Forschungen anzustellen, klagen.

Der Plan bei Chandler,[6]) im Wesentlichen Stuart's Angaben nach Lage und Gröfse der Ruinenstätte wiederholend, giebt ebenfalls ein kolossales Oblong mit zwei Risaliten nach Westen. Der Herausgeber sieht darin die Reste des Ptolemaion. Pomardi's[7]) Plan von 1802 erscheint bezüglich des Umfanges vorsichtiger bemessen, liefert aber sonst nichts Neues.

Einen gröfseren Werth besitzen die beiden Veduten des nördlichen und Hauptheils vom Ruinenfelde, welche dem trefflichen Dodwell verdankt werden. Die erste kleinere von Pomardi correkt gezeichnete Abbildung[8]) liefert den Thatbestand der Ruine um 1802 in einer von Südwest gesehenen Perspektive. Deutlich erkennbar sind darin zwei vorspringende Thürme und ein bis über die Mittelaxe hinaus erhaltener Giebel auf der Nordquerwand. Der ganz vorn stehende Thurm zeigt über seinem aus hohen Platten construirten und durch eine Thür von Süden her zugänglichen Unterbau, einen fünfmaligen Schichtenwechsel ähnlich wie am Hochpostament des Agrippa vor den Propyläen. Das Ganze ist von ärmlichen Häusern und Hütten umdrängt, in der Mitte erhebt sich eine vollkronige Palme, die bis über die Freiheitskriege hinaus ein besonderer Schmuck dieser Gegend gewesen ist, da sie auf vielen Abbildungen wiederkehrt. Auf der zweiten, gröfseren und besonders werthvollen lithographischen Darstellung[9]) ist der Standpunkt der entgegengesetzte. Die Ruine ist von Nordost gezeichnet und zeigt die bereits stattgefundene Verminderung der Nordmauer, indem der Giebel nur noch zum kleinen Theile von der Nordostecke anfangend erhalten ist. Auch Dodwell fafste den Bau als Ptolemaion und theilte eine hier gefundene Inschrift mit, welche sich auf den Dioskuren-Tempel bezieht.

Spätere Angaben, u. A. bei Wilkin's,[10]) geben keine Ausbeute. In der Regel begnügt man sich Stuart's Situation und Lokalbezeichnung zu adoptiren.

Erst der kritische Leake[11]) erhob Einspruch gegen die auffallend grofsen Dimensionen bei Stuart und glaubte wegen der verschiedenen Struktur am Nord- und Südende die langgestreckte Ruine in zwei Theile zerlegen zu müssen, von denen er die der Kirche Fanaroméni (richtiger H. Pyrgiotissa)[12]) unmittelbar sich anschliefsende Mauer der Stoa Poikile zusprach und den nördlichen Theil als einen Rest des

---

1) Laborde, Athènes aux XV. XVI et XVII siècles. I, 78.
2) Laborde l. c. 228.
3) Wheeler, A journey in Greece ed. 1682. 387.
4) Stuart und Revett, Deutsche Ausg. II, 189; 324; 335. Anm. 2 ff.; und 486. Anm. 1.
5) Stuart, K. Lfg. XXVIII. Pl. 9.
6) Chandler, Travels in Greece. 25.
7) Pomardi, Viaggio I, 108.
8) Dodwell, A tour etc. I, 371.
9) Dodwell, Views of the Cyclopian remains o Greece and Italy. Lond. 1834. Pl. 71.
10) Wilkins, Atheniensia 167.
11) Leake, Topogr. v. Athen. Deutsche Ausg. 192.
12) Aug. Mommsen, Athenae christ. 93.

Ptolemaios Gymnasium bestimmte. Leider ist in späterer Zeit der durch Leake angedeutete Weg einer bautechnischen Untersuchung, zunächst der über der Erde stehenden Baureste, nicht weiter betreten worden, obschon die Wichtigkeit des Denkmals besonders nach seiner örtlichen Lage mehr und mehr hervortrat. So erwähnte Pittakis[13]) aufser den schon früher gefundenen und verwertheten Inschriften (auf das Ptolemaion und den Dioskuren-Tempel bezüglich) einer jüngeren Bauinschrift im Mauerwerk der Panagia Pyrgiotissa und berichtete die Thatsache, dafs er daselbst Säulentrommeln von $2^1/_2$ Fufs Durchmesser gesehen habe.

Von neuem in den Vordergrund trat das Ruinenfeld erst durch die von verschiedenen Seiten her unternommenen theils summarischen, theils speciellen Untersuchungen über die Topographie Athens, an denen sich Forchhammer, Raoul-Rochette, Göttling, Pervanoglu, später Curtius und Kurt Wachsmuth mehr oder weniger erfolgreich betheiligt haben.

Raoul-Rochette[14]) und Göttling[15]) glaubten in den Bauresten bei der Pyrgiotissa ein Stück der Stoa Poikile zu erkennen, ohne damit allgemeinere Billigung zu finden. Von anderer Seite wurde dagegen hervorgehoben, dafs die lange Ruine wegen ihrer sichtbaren Thürme offenbar zu einer Befestigungsanlage gehört haben müsse, und es wurde nun das Alter dieser Fortification, welche so stattliche Reste aus klassischer Zeit zwar verschlungen aber auch gerettet habe, zu bestimmen gesucht. Einige Forscher waren geneigt, diese Befestigung der Regierungszeit des Kaisers Valerianus zuzuschreiben (III. Jahrhundert), andere stimmten für die Epoche des Justinianus (VI. Jahrh.), dritte sahen darin eine Bauanlage der fränkischen Herrschaft (XIII. oder XIV. Jahrhundert).

Mitten in den sich drängenden Controversen begann die archäologische Gesellschaft zu Athen mit Eifer und betrieb mit zäher Ausdauer ihre grade an dieser dicht bebauten Stelle wegen der vielen Entschädigungs-Ansprüche doppelt schwierigen Ausgrabungen. Der Erfolg belohnte alle ihre Anstrengungen und Opfer. Die in den Jahren 1860, 61 und 62 erzielten Resultate wurden in rascher Folge in drei Programmen der gelehrten Welt zugänglich gemacht.[16]) Es stellte sich dabei die doppelte Thatsache heraus, dafs 1) die beiden von Leake verschiedenen Bauwerken zugeschriebenen Ruinenmassen zu einem Gebäude gehört haben, und 2) wegen der grofsentheils wiedergefundenen Dedikations-Inschrift am Epistyl nicht Ptolemaios, auch nicht Attalos I, sondern sein jüngerer Sohn Attalos II von Pergamon der volksfreundliche Stifter der Stoa, denn das war die Ruine, gewesen ist. Aufserdem förderten die Ausgrabungen mancherlei Skulpturreste (darunter den schönen von Brunn besprochenen Kopf des Juba[17]), Statuenbasen, sehr zahlreiche Epheben-Inschriften und Architekturfragmente zu Tage, welche theils an Ort und Stelle belassen, theils den Sammlungen der archäologischen Gesellschaft einverleibt wurden.

Weitaus das Wichtigste war und blieb bei dieser Entdeckung, dafs der Denkmälerkreis Athens um ein neues und imposantes Werk bereichert wurde, welches zwar Pausanias in seiner Periegese mit Stillschweigen übergangen aber Athenaeus[18]) als eine am Kerameikos belegene Bauanlage erwähnt hat. Denn dadurch wurde ein fester Grenzpunkt an der Nordostecke der Agora gewonnen, den man lange hatte entbehren müssen. Kaum war daher durch den Eifer griechischer wie deutscher Gelehrten Pervanoglu,[19]) Wachsmuth,[20]) Köhler[21]), sowie durch die obengenannten Programme die neue Entdeckung bekannter geworden, so begann auch die Verwerthung der Fundresultate, sowohl nach epigraphischer wie topographischer Seite. Das Letztere thaten besonders Wachsmuth,[22]) Curtius[23]) u. A., zuletzt in zusammenfassendster Weise Wachsmuth in seinem so eben erschienenen Werke: Athen im Alterthume an verschiedenen Stellen. Selbstverständlich ist trotz so ernster und gewissenhafter Untersuchungen ein endgültiges Resultat über die Stellung der Bauwerke und Denkmäler an der Agora nicht erzielt worden. Dasselbe kann überhaupt in abschliefsender Weise erst gewonnen werden, wenn die Attalos-Stoa zur Basis von neuen und umfassenden Ausgrabungen in südlicher wie westlicher Richtung gewählt wird. Immerhin bleibt es erfreulich, dafs durch die Entdeckung jenes Bauwerkes alles schwankende Suchen aufgehört und der nothwendige Ausgangspunkt gegeben ist, welcher weitere und sichere Fundresultate verbürgt.

Aber die nicht minder wichtige Ausbeutung des werthvollen Fundes in architektonischem und baugeschichtlichem Sinne blieb aus. Sie konnte auch nur an Ort und Stelle geschehen, da die publicirten Abbildungen sich auf die Darstellungen eines Situationsplanes, eines Grundrisses (beides in sehr kleinem Maafsstabe) und der Inschriftbruchstücke in den obengenannten Programmen der archäologischen Gesellschaft zu Athen beschränkten.

Ein mehrwöchentlicher Aufenthalt in Athen im Frühjahre 1870 gab mir die erste erwünschte Gelegenheit, dem interessanten Baudenkmale durch Autopsie näher zu treten. Hier erkannte ich erst die Schwierigkeiten einer genauen Aufnahme. Ich sah sie weniger in dem fast unabsehbaren Chaos mehr oder minder beschädigter Architekturfragmente, — ihre nothwendige Inventarisirung ist ja nur zeitraubend — als in der Unvollständigkeit der Ausgrabung bei sehr vorgeschrittenem Zerstörungszustande des Bauwerks. Wegen der dichten Bebauung des theilweis tief verschütteten Terrains hatte die archäologische Gesellschaft mit richtiger Haushaltung ihrer Mittel sich begnügen müssen, nur die Nord- und Südecke der Stoa auf längere Distanzen hin bis zum Fufsboden und Vorterrain frei zu legen, und dabei alle Architekturbruchstücke theils zur Seite rücken, theils in den Hinterzellen der Stoa meterhoch zusammenpacken zu lassen. Ein erhebliches Mittelstück der Ruine hatte man gar nicht antasten können, weil eine elende aber mit Häusern und Höfen

13) Pittakis, Anc. Athènes. 67.
14) Raoul-Rochette sur l. topogr. d'Athènes im Journ. d. sav. 1852. 53.
15) Göttling, Gesammelte Schrift. II, 133.
16) *Γενικὴ συνελεύσις τῆς ἀρχαιολ. ἑταιρ.* etc. 1860. 8 ff. 1861. 14 ff. 1862. 7 ff.
17) Annali d. inst. 1861. 421 ff.

18) Athenaeus, V. S. 212 f.
19) Archäol. Anz. 1861. 170 u. 1863. 91; auch im Bull. d. Inst. 1862, 120.
20) Gerhard, Denkm. u. Forsch. 1863. 101.
21) Arch. Anz. 1864. 298.
22) Rhein. Mus. 23, 470 f. und bei Gerhard l. c. 101.
23) Attische Studien. Heft II. und im Texte zu den 7 Karten zur Topogr. Athens.

besetzte Winkelgasse des mittelalterlichen Athen in Form einer 5—6 M. hohen Dammanschüttung das Ausgrabungsterrain durchschnitt und in keiner Weise zu beseitigen war.

Nur durch die Unterstützung, welche mir Herr Professor Kumanudes durch mehrfache persönliche Orientirung auf den Ausgrabungsplätzen gewährte, sowie durch seine mit gröfster Liberalität ertheilten Nachweisungen über die erfolgten Funde und ihren Verbleib, gelang es mir, eine feste Basis zur Inangriffnahme einer bautechnischen Untersuchung zu machen. Ich erfülle eine werthe Pflicht, wenn ich dem für seine heimathlichen Denkmäler so begeisterten und fürsorglich wirksamen Manne an dieser Stelle meinen herzlichen Dank ausspreche.

Obschon ich ferner bereits damals zwei zur weiteren Anspornung dienende Thatsachen erkannte, 1) dafs die Stoa ein zweigeschossiger Bau gewesen sein müsse und 2) dafs die beiden wichtigsten Punkte für die Ermittelung der Höhendimensionen glücklicherweise noch erhalten seien, war es mir, der noch andere Aufträge in Constantinopel zu erledigen hatte, nicht mehr möglich, über eine generelle Messung und Verzeichnung der wichtigsten Baudetails hinauszukommen. Der Abschlufs meiner Arbeiten mufste wohl oder übel vertagt werden.

Ein und ein halbes Jahr später, im Herbste 1871, weckte die mit Curtius, Regely, Stark u. A. unternommene kleinasiatische Reise das Interesse für die Attalos-Stoa aufs Neue, zumal seitdem ein mehrtägiger Aufenthalt in Humann's gastlichem Hause zu Pergamon echte attalische Baukunst gezeigt und zu weiteren Vergleichen mit den baulichen Schöpfungen dieses Dynastenhauses in Athen angeregt hatte. Doch mufste ich mir den Wunsch, behufs des Abschlusses meiner Arbeiten mit den befreundeten Reisegefährten von Smyrna nach Athen überzuschiffen, versagen, da kaiserliche Aufträge mich nach Jerusalem dirigirten und erst im Anfange des Jahres 1872 die Heimkehr gestatteten.

Bald darauf hatten andere Forscher dem interessanten Werke ihre Aufmerksamkeit geschenkt, wie dies die mit 3 Tafeln ausgestattete akademische Abhandlung von Ussing[24]) bewies. Die Arbeit hat das Verdienst mittels einiger architektonischen Skizzen, die sich auf den Grundrifs und den unteren Theil der Stoa nach ihrem System, Querschnitt und Detail beziehen, zu den Programmen der archäologischen Gesellschaft eine kleine Ergänzung geliefert zu haben, aber sie entbehrt ebensosehr der Genauigkeit in der Messung wie der Schärfe in der Beobachtung. Abgesehen von einzelnen noch später zu berührenden Irrthümern genügt es, die Thatsache hervorzuheben, dafs Ussing grade das wichtigste und eigenartigste in der architektonischen Gestaltung der Stoa, — die zweigeschossige Anlage übersehen hat, ungeachtet die nach Hunderten zählenden Bruchstücke des ionischen Obergeschosses, nämlich Basen, Schäfte, Capitelle, Gebälkstücke, Brüstungsplatten und Stirnziegel, sowohl im Süd- wie Nordtheile der Ausgrabung ausgebreitet umherliegen und die bequemste Besichtigung gestatten. Andere sind verschleppt und dienen, vielleicht seit Jahrhunderten, — auf der Gasse vor der Stoa als Sitz- wie Waschplätze.

Kurz, auch nach dem Erscheinen jener Schrift, glaubte ich mich der Pflicht nicht entschlagen zu dürfen, die einmal begonnenen Messungen bei ehester Gelegenheit wieder aufzunehmen und zum Abschlufs zu bringen. Diese Gelegenheit fand sich früher, als ich erwartet hatte.

Im Frühjahre dieses Jahres betrat ich als technischer Begleiter von Curtius auf der vom Reichskanzleramte befohlenen Mission wegen der Ausgrabungen zu Olympia zum zweiten Male Athen, und nahm, besser ausgerüstet, als das erste Mal, die alten Studien an der Attalos-Stoa wieder auf. Da der Abschlufs des Vertrages mit der griechischen Regierung sich länger verzögerte, als erwartet worden war, gelang es auch, nach Revision und Vervollständigung der ersten Messungsmanuale, die bauanalytische Untersuchung und Reconstruktion, soweit dies ohne neue und allerdings sehr wünschenswerthe Ausgrabungen möglich war, zu einem gewissen Abschlusse zu bringen. Nach der Rückkehr aus Griechenland habe ich im Laufe des Sommers meine Aufnahmen und Restaurationsversuche zusammengestellt und lege dieselben auf sieben Blättern nebst einigen Holzschnitten hiermit den Fachgenossen und Freunden des klassischen Alterthums zur näheren Kenntnifsnahme vor.

Bekanntlich besteht die letzte und engste Befestigung Athen's aus einer thurmbewehrten Mauer, welche von der Nordwestecke der Akropolis in nördlicher Richtung bis zu der Nordquerwand der Attalos-Stoa läuft, dann in einem spitzen Winkel nach Osten abbiegt, bis zur Kirche H. Demetrios Katiphóri, und von dort nach einer abermaligen fast rechtwinkligen Umbiegung den Anschlufs an der Ostseite des Burgfelsens wieder erreicht. Bei der Anlage der Nordhälfte dieses westlichen Mauerzuges hat man die sicher schon in Trümmer gesunkene Attalos-Stoa derartig benutzt, dafs man die lange Gemächerflucht an ihrer Rückseite nach Ausfüllung mit Schutt und Baustücken zu einem gezinnten Wehrgange einrichtete. Zur Erhöhung der Wehrhaftigkeit an der Feldseite wurde sodann das westlich belegene Terrain von allen Trümmern befreit und das brauchbare, sowohl von gegenüberbelegenen Denkmälern wie von der Stoa selbst stammende Material zur Erbauung von drei oder vier vorspringenden Oblongthürmen verwendet. Die frühere und theilweis noch jetzt erhaltene Anordnung zeigt der Grundriss Blatt 12, Fig. 2 in den Buchstaben *E* und *F*; bei *D* lag die 1861 abgebrochene Kirche H. Pyrgiotissa, die nach der Befestigung ihren Namen trug. Die Herstellung eines trockenen Grabens, zu dessen Revêtement die Fundamentmauer der vordersten Säulenreihe sich vortrefflich geeignet hätte, scheint hiermit nicht verbunden gewesen zu sein, da dafs Fufsbodenplanum trotz der Herausnahme vieler Quaderplatten nicht wesentlich geändert ist, auch die drei Stufen, auf denen die Stoa stand, am Nord- wie am Südende noch im alten Lager ruhen. Diese Vernachlässigung des Grabens, ferner die nothdürftige Verrammelung der 21 Thüren, welche zu den Hintergemächern führten, das Fehlen des Mörtels in der Structur und andere Indicien, behindern mich, die Bauzeit der Ringmauer mit Curtius in die Justinian'sche Epoche zu stellen. Es ist sicherlich die fränkische Herrschaft gewesen, welche Dank der reichen Erbschaft aus antiker Zeit und durch viele Friedensjahre unterstützt, den Versuch gemacht hat, einem innerlich sehr unsoliden und schwachen Gefüge nach aufsen hin mittels hoher Platten und langer Binderblöcke das Ansehen einer monumentalen Structur zu geben. Dafs diese Umwehrung aber trotz ihrer Schwäche

24) Ussing, Kong Attalos' Stoa i Athen. Kopenhagen 1873.

lange geschont worden ist, darf aus der Fülle des besten und stets begehrten Baumaterials (lange Marmorepistylien und hohe und breite Marmorplatten), welches hier eng zusammengedrängt Jahrhunderte lang conservirt worden ist, geschlossen werden. Ja, wenn die alten Stadtpläne (der der Capuciner und der Guillet'sche) zuverlässiger wären, als sie es leider sind, so könnte man aus ihnen erweisen, dafs das Terrain dicht westlich vor der Stoa bis in die zweite Hälfte des XVII. Jahrhunderts, offenbar nur der Vertheidigungsfähigkeit halber, unbebaut geblieben ist. Nach athenischen Chroniken[25]) ist die Unterstadt im Jahre 1688 von den Türken in Brand gesteckt worden. Noch verwüstender waren die Angriffe plündernder Räuberbanden wegen der Brandstiftungen, die sie zu üben pflegten. Damals — zwischen 1688 und 1691 — wurde das Gymnasium des Ptolemaios vom Rauche geschwärzt und stürzte theilweis zusammen.[26])

Im XVIII. Jahrhundert waren aber beide Seiten der alten Befestigung mit türkischen Häusern und Hütten besetzt, die Thürme von Familien bewohnt, ja auf der Ringmauer selbst jeder brauchbare Terrainfleck zu Behausungen verwerthet. So sahen die englischen Reisenden diesen Stadttheil und erkannten, wie oben gesagt, deutlich die Fragmente eines antiken Gebäudes sowohl am Süd- wie Nordende. Das Wichtigste in allen jenen Angaben ist die Thatsache, dafs damals längs der kurzen Nordseite ein stattlicher Giebel, der alle Kennzeichen antiker Baukunst trägt, vorhanden war. An der Richtigkeit der von Dodwell publicirten Zeichnungen ist um so weniger zu zweifeln, als auch schon Wheeler diesen Giebel erwähnt und Stuart ihn mehrfach hervorgehoben hatte. Derselbe mufs im Laufe dieses Jahrhunderts, vermuthlich in den zwanziger Jahren, sei es durch Einsturz, sei es durch Abbruch verschwunden sein. Glücklicherweise hat sich die Nordostecke mit ihrem Geison, auf dem jener Giebel einst aufgestellt war, erhalten. Damit ist der Cardinalpunkt für die restaurative Wiedergewinnung aller Höhendimensionen gerettet worden.

Jetzt zerfällt das Terrain, auf welchem die Stoa des Attalos sich einst erhob, in zwei ungleiche Hälften, welche durch die oben genannte Gasse des mittelalterlichen Athen in Folge der hohen Bodenanschüttung dammartig getrennt werden. Wie die nördliche gröfsere Hälfte nach ihrer Erforschung und Durchwühlung heut aussieht, zeigt Blatt 11, welches nach einer vortrefflichen Photographie, die ich der Güte meines Freundes, des Baron des Granges verdanke, lithographirt worden ist. Links steht der Unterbau eines der fränkischen, aus Platten und Bindersteinen erbauten Thürme; darüber folgt ein ärmliches Haus, dessen Hinterwand auf den abgestuften Quaderreihen einer zur Stoa gehörigen Futtermauer ruht. Daneben erhebt sich die Nordostecke der Hintermauer mit den wenigen Geisonblöcken, die ihr geblieben. Vom Mittelgrunde an bis vorn rechts sieht man die aus hochkantigen Marmorblöcken hergestellte Mittelmauer der Stoa, mit einem theilweis conservirten Thürgerüst. Der tiefe Graben vorn rechts ist nur in Folge der Ausgrabung entstanden. Man hat hier viele der Epistylien, Säulentrommeln etc. gefunden und einige herausgehoben, andere aber und nicht wenige stecken noch in der Erde. Dieses aufgedeckte Terrain zieht sich nach Süden bis über die Hälfte hinaus, bis zu dem dreizehnten von den 21 Hintergemächern der Stoa. Alle Säulenreihen fehlen, selbst die Standspuren der Säulen sind jetzt verwischt, doch hat Papadakis im Programme von 1861 noch vier damals erkennbare Basenspuren in der hinteren (dritten) Stützenreihe verzeichnet. Auch sind die Stufen an der Nordwestecke theilweis noch am Platze, so dafs eine directe Breitenmessung hier möglich ist.

Die andere Grabungsstelle an der Südseite umfafst einen sehr viel kleineren Raum, indem nur $2^1/_2$ der erwähnten Hintergemächer mit ihrem entsprechenden Vorplatze frei gelegt sind. Zum Glück ist — recht wie zur Ergänzung der Nordseite — ein grofser Theil der Südmauer mit zwei Thüren einschliefslich der vollständigen Eckante stehend vorgefunden worden. Ferner ist die Standspur der ersten Säule in der Vorderreihe, sowie eine attische Säulenbasis in der dritten Hinterreihe noch erhalten. Ebenso befinden sich die drei Krepisstufen grofsentheils noch *in situ* nebst der flachen Marmorrinne, welche zur Abführung des Regenwassers diente. Die Mittelmauer steht hier in der zweiten und dritten Zelle bis fast zur Geisonhöhe und die Lagerspuren für ein Holzgebälk sind darin mefsbar erhalten.

Der zwischen beiden Grabungsplätzen belegene Stoëntheil ist nur zum kleinsten Theile und zwar an der Mittelmauer aufgedeckt worden. Wohl erkennbare Spuren lassen aber eine bessere Erhaltung voraussetzen, als die des Nordtheils, so dass bei späterer Blofslegung höchst wahrscheinlich sieben umschlossene Gemächer so zu Tage kommen werden, wie jetzt zwei sichtbar sind.

Dies ist eine kurze Angabe dessen, was jetzt noch sichtbar über der Erde steht. Dazu kommen die bis zur Planumhöhe erhaltenen aus mittelgrofsen Quadern trefflich construirten Fundamentmauern, welche als Unterbau- wie als Futtermauern in antiker Zeit auf gewisse Längen hin sichtbar gewesen und erst später verschüttet worden sind.

Es ist daher trotz der sehr verschiedenen Niveauverhältnisse ohne besondere Schwierigkeiten möglich, die Hauptdimensionen des Gebäudes einschliefslich der hinteren Gemächereintheilung durch directe Messung zu gewinnen. Ebenso leicht ist es, durch richtige Verwendung der an mehren Exemplaren mefsbaren Epistyllängen die Längsdimension zu controlliren, und die Frage wegen der Zahl und Stellung aller Stützen zu einer sicheren Entscheidung zu bringen.

Es sind zwei Gebälksorten gefunden worden (beide wie die zahlreich vorhandenen Säulentrommeln und Schäfte aus pentelischem Marmor[27]), eine gröfsere in dorischem, eine kleinere in ionischem Schema. Das im Maafsstabe gröfsere Gebälk (vergl. Blatt 15, Fig. 1), zählt drei getrennte Blocklagen: Epistyl, Triglyphon und Geison; das kleinere (vergl. Blatt 16, Fig. 1) zwei, aufser dem Mutulen-Geison nur noch eine Blocklage, weil Epistyl und Fries aus einem Blocke

25) Hopf in der Allg. Encycl. I. 85, 11. und Wachsmuth l. c. I, 17. Anm. 3.

26) Wachsmuth l. c. 18.

27) Irrthümlicher Weise hat Pervanoglu, Arch. Anz. 1863, 92, das Material der gefundenen Säulen als Porosstein bezeichnet und Wachsmuth, l. c. 156, dies festgehalten. Allerdings sind auch hier dorische Porossäulentrommeln gefunden worden, die meisten stecken noch im Thurme bei *E*, aber sie haben nicht zur Attalos-Stoa, sondern zu einem benachbarten Gebäude gehört. Was davon mefsbar war, habe ich verzeichnet und werde es in der Archäol. Zeit. Band VII, Lfg. 4 publiciren.

geschnitten sind. Da die Länge beider Epistylien $2,_{43}{}^{m}$, die des korinthisirenden Geison aber $1,_{215}{}^{m}$, — genau die Hälfte — beträgt, so müssen alle Stücke zu derselben Front gehört haben, an welcher die dorische Version unten, die ionische oben aufgestellt war. Gleichzeitig normirt die Länge beider Epistylien die Axenweite beider Stützenreihen auf $2,_{43}{}^{m}$ und daraus läfst sich unter Zugrundelegung der gemessenen Totallänge die Zahl der Frontsäulen ermitteln, wenn man die Dimensionen der Eckabschlüsse gewinnen kann. Das ist aber möglich auf der Südseite, da die Ante noch steht und die Standspur der ersten Säule sichtbar ist; die Kopfbreite der Ante beträgt $0,_{69}{}^{m}$; die Entfernung derselben von der Säulenaxe $1,_{97}$, beides $= 2,_{66}$. Verdoppelt man diese Summe in der Voraussetzung, dafs die Nordseite identisch abgeschlossen war, zieht das Produkt von der gemessenen Totallänge ab und dividirt den Rest durch $2,_{43}$, so ergiebt sich sowohl die Zahl der Zwischenweiten als die der Frontsäulen. Die Totallänge, mehrfach mit starken Mefsbändern gemessen, schwankte zwischen $112,_{64}$ und $112,_{76}{}^{m}$. Die Einführung des Mittelmaafses ergiebt daher die Aufstellung:

$$\frac{112,_{70} - 2\,(0,_{69} + 1,_{97})}{2,_{43}} = \text{rot. } 44\,{}^{1}/_{7}$$

d. h. 44 [28]) Intercolumnien und einschliefslich der beiden Eckzwischenweiten 46. Folglich haben unten zwischen den beiden Anten 45 dorische Säulen gestanden.

Für die Restauration ist dieses Resultat von einschneidender Wichtigkeit. Da die ungrade Säulenzahl jeden Gedanken an eine besondere Axenentwicklung in der Mitte (etwa eine Giebelgestaltung mittelst eines Risalits von 6 oder 8 Säulen) vollständig ausschliefst, so darf mit Sicherheit ein zweigeschossiger Stoënbau mit Giebelabschlüssen auf den kurzen Seiten restaurirt werden.

Von den unteren Stützen sind zwei Gattungen gleichen Maafsstabes gefunden worden. Zunächst eine ionische, durch eine in der Nähe der Südwand liegende spätionische Basis mit der untersten glatten Säulentrommel darüber (vergl. Blatt 15, Fig. 1), nicht nur vertreten, sondern auch axial gesichert. In derselben Flucht hat Papadakis in den athenischen Programmen (1860 und 1861) noch die Standspuren von 4 anderen verzeichnet, 1 im Südtheile der Ausgrabung, 1 in der Mitte und 2 im Nordtheile. Dadurch ist die Existenz einer hinteren ionischen Colonnade verbürgt. Von der zweiten dorischen Gattung sind wieder zwei Säulenarten ans Licht getreten, beide identisch im Maafsstabe, und mit gleich später Detailbildung, d. h. mit ionischen Furchen. Der Unterschied liegt nur in der verschiedenen Höhe, in welcher die Furchen an der untersten Säulentrommel beginnen; entweder findet sich $0,_{30}$, oder $0,_{20}{}^{m}$. Eine Art, wahrscheinlich die letztere, mufs in der Front, die andere in der zweiten Reihe (unmittelbar dahinter) gestanden haben. Denn dafs eine zweite Reihe sicher vorhanden war, obschon die Standspuren der Säulen durch Zerstörung der Beplattung verschwunden sind, lehrt die Distanz zwischen der hinteren ionischen und vorderen dorischen Säulenstellung. Dieselbe beträgt 6^{m} im Lichten gemessen, ist also viel zu grofs, um selbst bei einer maximal gedachten Steinbalkenhöhe von $0,_{50} - 0,_{60}{}^{m}$ die nöthige Sicherheit gegen Durchbrechen bei der plötzlichen Belastung des Obergeschosses durch Menschenmassen zu bieten. Diese mittlere Stützenreihe müfste immer ergänzt werden, auch wenn kein technischer oder kunstformaler Anhalt gegeben wäre; er ist indessen durch die beiden dorischen Trommelvarietäten gesichert.

Derselbe Erfahrungssatz zwingt auch zu der Annahme, dafs die ionische Säulenstellung nach denselben Axenabständen wie die vorderen Colonnaden eingetheilt gewesen sein mufs, ungeachtet der Zufall es gefügt hat, dafs sowohl am Südende wie am Nordende die je zweite und je vierte Standspur conservirt worden ist und dadurch die Annahme einer lichteren Stützenstellung mit doppelten Axenentfernungen sich zu empfehlen scheint. Die Uebereinstimmung der je zweiten Axentheilungen der dorischen Vorder- und der ionischen Hinterhalle ist unverkennbar und läfst sich leicht erweisen. Der Mittelpunktsabstand der *in situ* befindlichen zweiten ionischen Säule von der Südmauer beträgt nach genauer (durch Diagonalmaafse gesicherten) Messung $4,_{43}{}^{m}$. Die Entfernung der zweiten dorischen Säule von derselben Südmauer setzt sich zusammen aus dem schwachen Antenvorsprunge $(0,_{027})$, der mefsbaren Axenweite der ersten Säule $(1,_{97})$ und der Epistyllänge bis zur zweiten $(2,_{43}) = 4,_{427}{}^{m}$. Ferner hat Papadakis im Programme von 1861 eine Säule verzeichnet, welche gemessen bei $9,_{30}{}^{m}$ stand; es mufs die vierte Säule gewesen sein, denn $4,_{43} + 2 \cdot 2,_{43}$ (2 Epistyllängen) $= 9,_{29}{}^{m}$. Eine andere in der Mitte gefundene Säule messe ich im Programm bei 53^{m}. Davon $4,_{33}$ subtrahirt und durch $2,_{43}$ dividirt, ergiebt $48,_{57} : 2,_{43} =$ rot. 20, es mufs also die 22. Säule gewesen sein u. s. f. Ist damit die Uebereinstimmung wiederkehrender Axenmaafse erwiesen, so mufs doch die Annahme einer doppelaxigen ionischen Säulenreihe abgelehnt werden. Ionische Epistylien von $4,_{86}{}^{m}$ Länge und ca. $0,_{80}{}^{m}$ Höhe vermögen zwar ihre eigene Last und die der anschliefsenden Decke zu tragen, müfsten aber unfehlbar brechen, wenn man in ihrer Mitte im gefährlichsten Punkte eine Mittelstütze errichten wollte, die ihr eigenes Gewicht, das des Gebälks und der Deckenglieder an dieser Stelle concentriren würde. Nähme man aber auch im oberen Stocke eine doppelte Axenweite an, so würde eine Norm von $3,_{20}{}^{m}$ Höhe zu $4,_{86}$ Breite entstehen, die in der antiken Baukunst, selbst in Etrurien nicht vorkommt. Ich lege aber auf diese ästhetische Rücksicht wenig Gewicht, sondern begründe meine Restauration mit der ungleich gröfseren Stabilität, die zweifellos im Vorderbau entsteht, wenn in der Hinterhalle mehr Stützpunkte gewonnen werden.

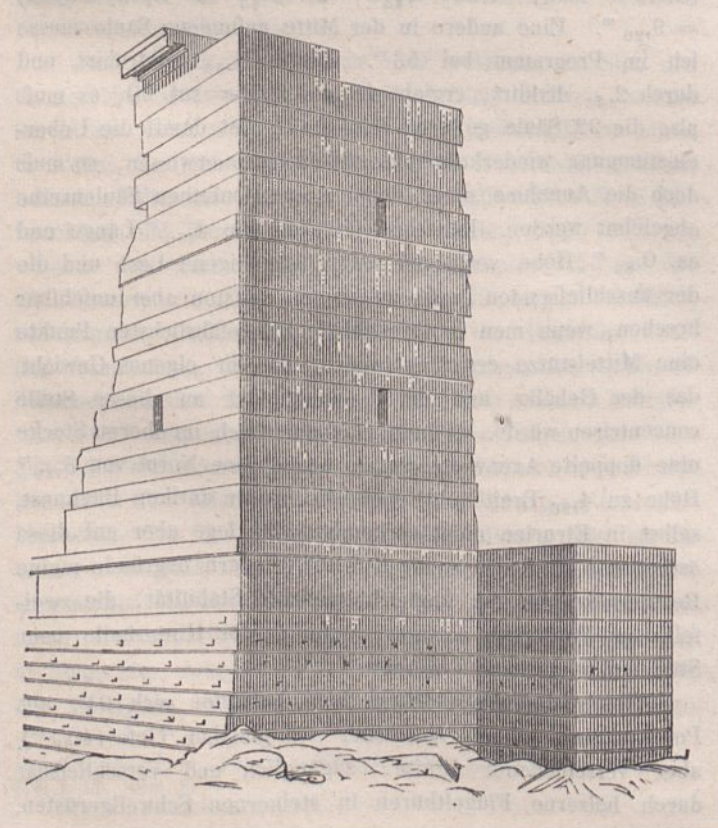
Hinter der dreischiffigen Stoa befanden sich 21, aus Porosquadern erbaute Gemächer von gleicher Tiefe $(4,_{88}{}^{m})$, aber verschiedener Breite, zugänglich und verschliefsbar durch hölzerne Flügelthüren in steinernen Schwellgerüsten.

28) Der unzulässige Bruch von $^{1}/_{7}$ neben 44 erklärt sich aus der Thatsache, dafs die Mefsbänder wegen der das Ausgrabungs-Terrain quer durchschneidenden und hoch belegenen Gasse an mehren Punkten schräg aufwärts gespannt werden mufsten, und hierdurch, wie durch ihre sonstige Durchbiegung, ein Plus entstand, das schwer zu corrigiren war. Bei der Auftragung habe ich angenommen, dafs in der Ausführung des Bauwerks das Axenmaafs von $2,_{43}$ genau festgehalten worden ist. Dann erhält man durch $44 \times 2,_{43} + 2\,(0,_{69} + 1,_{97}) = 112,_{24}{}^{m}$ als die Totallänge. In den Programmen von 1860 S. 9 und 1862 S. 9 wird die Länge auf 114^{m} mitgetheilt; offenbar ist die Breite der nördlichen Terrassenmauer darin enthalten, zieht man ihr Maafs mit $2,_{17}$ von 114 ab, so erhält man $111,_{83}{}^{m}$, was um $0,_{40}$ zu klein ist. Pervanoglu im Arch. Anz. 1861, 170 giebt 120^{m}. Ussing l. c. 10 und 12, berechnet, von irrthümlichen Annahmen ausgehend und das Grundmaafs der Epistylienlänge vernachlässigend, die Totallänge auf $109,_{26}$, grade um 3^{m} zu kurz. Wachsmuth, l. c. 155, hat auch, wahrscheinlich nach Ussing, 110^{m} angesetzt.

Die Axen dieser 21 Thüren zeigen, soweit sie meſsbar sind, keine genaue Eintheilung, auch entspricht ihre Stückzahl nicht den vorhanden gewesenen 46 Säulenweiten. Nur wenn man 23 gefunden hätte, wäre eine Zahl- und Axenbeziehung zwischen dem hinteren und vorderen Theile der Stoa denkbar gewesen. Für eine oberflächliche Betrachtung befremdet diese Thatsache, aber die vergleichende Prüfung der sichtbaren Untermauern läſst erkennen, daſs des Attalos Architekt, um ebensowohl rascher als auch billiger zu bauen, die mächtigen Fundamente älterer Gebäude theilweis geschont und sich denselben soweit anbequemt hat, als sein Project es irgend zulieſs. Daher stammen die verschiedenen Stärken der Zellenwände, sowie ihre ungleiche Breite nebst der erforderlichen Verschiebung der Thüren. Auſserdem ist daran zu erinnern, daſs ein solcher in den geometrischen Zeichnungen leicht fühlbarer Mangel in der Wirklichkeit vollständig verschwindet, und die Griechen, wie schon Mnesikles Propyläen-Anlage mit ihren keckgenialen Lösungen lehrt, stets geneigt waren, gordische Knoten in der Praxis flott zu durchhauen, als mit einer mühsamen Entwirrung derselben viel Zeit zu verlieren.

Nach diesen Beobachtungen und Ermittelungen ist der Grundriſs Blatt 12, Fig. 2 unter Hervorhebung der noch aufrecht stehenden oder zweifellos gesicherten Theile in dunklerer Färbung gezeichnet worden.

Schwieriger war die sichere Ermittelung der alten Façaden und Durchschnitte, da die Zerstörung des Bauwerks eine fast vollständige gewesen war. Zu dieser Arbeit, als zu einer nicht erfolglosen oder in der Luft schwebenden, ermuthigte mich aber bald die oben bereits hervorgehobene Beobachtung, daſs die zur Fixirung der wichtigsten Höhendimensionen absolut nothwendigen beiden Ausgangspunkte durch einen glücklichen Zufall gerettet worden waren. Den einen habe ich schon oben S. 23 als Cardinalpunkt bezeichnet; es ist die Nordostecke mit ihren unberührt liegenden Geisonblöcken, von welchen der Holzschnitt eine Darstellung giebt. Sie



verbürgt die alte Totalhöhe und gestattet eine — wenn auch etwas umständliche — directe Messung. Den zweiten Ausgangspunkt liefert die an der Südmauer noch aufrecht stehende dorische Eckante der Front. Ihre leicht meſsbare Höhe zu der dorischen Gebälkshöhe addirt, liefert sofort die Höhe der unteren Stützenstellung. Dann erhält man die Gesammthöhe der oberen Stützenstellung, wenn man von der Totalhöhe des Bauwerks die so eben ermittelte Höhe der dorischen Stoa abzieht. Von dieser Oberstoa sind durch zahlreiche Bruchstücke gegeben: 1) die Maaſse des Gebälks, 2) der ionischen Capitelle bis zum Halse und 3) der Basen bis zur obersten Heftschnur. Eins aber fehlte und war wegen durchgängiger Zerschlagung der betreffenden Stücke nicht zu ermitteln, — das ist die Höhe der ionischen Stützenschäfte. Doch läſst sich auch diese Lücke in der Aufnahme genau und sicher bestimmen, sobald die schwierigste Frage, welche die Ruine an ihren Restaurator stellt, genügend gelöst ist.

Das Bauwerk ist im Wesentlichen aus zwei Materialien erbaut worden: alle Fundamente, die hinteren Gemächer sowie die kurzen Seitenmauern aus einem feinkörnigen und sehr wetterbeständigen Porossteine; die ganze Front, ausschlieſslich der stattgehabten Verwendung zahlreicher Hymettusquadern zu Fuſsboden- und Wandplatten aus pentelischem Marmor. Aus der Beobachtung dieses Materialunterschiedes entspringt nun die wichtige Frage: Wo hörte der Porosbau auf und wo begann der pentelische Marmorbau?

Zu ihrer Beantwortung geben zunächst die älteren Reiseberichte, mehr noch die erwähnten Veduten des Dodwell wichtige Winke, wenn man sie mit dem Monumentalbestande combinirt. Die hohen Seitenmauern sind wie die lange Hintermauer und Mittelmauer nebst den Zellenwänden in schlichter Weise aus Porosquadern erbaut worden, nur einige für die Innenansicht wirksame Quaderreihen in der Nähe der Südwestante, die unteren Verkleidungsplatten der Wände, die Antepagmente der Thüren, ihre Ober- und Unterschwellen etc. machen eine Ausnahme. Solcher Schlichtheit und Einfachheit des Hinterbaues entspricht auch das dorische Akroterien-Geison, welches nur aus einer kräftig vortretenden Abakusplatte nebst Ober- und Unter-Kyma besteht; vergl. Blatt 16, Fig. 3. Dasselbe ist, wie der Fugenschnitt der Nordostecke lehrt, nicht nur horizontal, sondern auch steigend d. h. Tympanon formirend fortgeführt gewesen; Dodwell's schöne und groſse Abbildung l. c. Pl. 71 lieferte die sicherste Bestätigung meiner schon in Athen gemachten Restauration. Wenn aber der Porosquaderbau noch an den Giebelseiten dominirt hat, so war der Marmorbau allein auf die Frontgestaltung beschränkt.

Von dieser Basis aus reducirt sich die allgemein gefaſste Frage auf folgende engere. Wenn der zweigeschossige Stoënbau zwischen den Eckabschlüssen der Giebel als Längsfront angeordnet war: Wie war die Combination der beiden Kranzgesimse verschiedenen Materials, anderer Detailbildung und ungleicher Höhe gelöst worden, oder schärfer formulirt: Welches war die Lage beider Gesimse, stieſsen sie in gleicher oder verschiedener Höhe aneinander oder befand sich das Eine in ganzer Länge durchgeführt über dem Andern?

Die letzte Möglichkeit darf billig bezweifelt werden, weniger wegen des Kostenpunktes, als wegen der ästhetischen

Tautologie. Ausserdem beweisen die marmornen Geisonblöcke der oberen ionischen Ordnung durch ihre tiefe kastenförmige, mit grofsen durchbohrten Löwenmasken geschmückte Sima (vergl. die neue und lehrreiche Structur auf Blatt 16, Fig. 4), dafs sie wasserführend gewesen sind, und zwar nicht für ihre eigene geringe Tiefe, sondern für ein grofses Dach, dessen vorderen Rand sie bildeten. Daraus resultirt die Gewifsheit, dafs das dorische Poroskranzgesims an der Front nicht existirt hat, sondern durch das Marmorgeison der Oberstoa ersetzt gewesen ist. Aber auch nach dieser Ermittelung blieb immer noch die zwiefache Lösung denkbar: 1) dafs die beiden dorischen Giebelgeisa dicht hinter den Akroterien beendigt und dann nach Einschaltung eines Zwischengliedes (bestimmt, das beiderseitige Todtlaufen zu ermöglichen), das ionische Mutulengeison längs der Front in gleichem Niveau mit dem dorischen Geison fortgeführt gewesen ist, oder 2) dafs das Marmorgeison etwas tiefer, etwa dicht unter der Abakusplatte des Porosgeison seine Stellung gefunden hatte, eine Lösung, welche den Vorzug besafs, dafs beide Kranzgesimse eine klare, architektonisch wirksame Ecke empfangen konnten. Wählte man daher die letztere Lösung als die bessere, so mufste im Querschnitt das Marmorgeison, um es unter die Abakusplatte des Porosgeison legen zu können, mit seiner Ober- und Vorderkante soweit nach vorn gerückt und gleichzeitig so tief gestellt werden, als dies die schräge Dachneigung bei ihrer Verlängerung dictirte. Da nun ein Vorrücken über die Frontflucht hinaus in Wirklichkeit nicht möglich gewesen ist, so mufste das Geison der Kurzseiten beziehungsweise die Länge der Giebel um das solchergestalt in der Zeichnung leicht zu findende Stück, welches die sehr kurze Seitenansicht des Marmorfrontbaues darstellte, gekürzt werden.

Diese Dimension läfst sich aber auch durch Rechnung finden, wenn eine einzige Voraussetzung gemacht, nämlich die Proportion des Giebels festgesetzt wird. Hätten Stuart oder Dodwell nur den in ihren Zeiten noch so leicht mefsbaren spitzen Winkel des Nord-Tympanons verzeichnet, so würde auch diese Voraussetzung überflüssig und der einzige heut fehlende Ausgangspunkt gegeben sein. Ich habe daher zunächst eine bestimmte Giebelproportion wählen müssen und glaubte für die gegebenen Massen der Seitenfaçade das Verhältnifs $1:7,_{20}$ oder für den halben Giebel $1:3,_{6}$ vorschlagen zu dürfen. Trägt man alsdann, auf bekannte Aehnlichkeitsgesetze sich stützend, das Höhenmaafs des Porosgeison mit $0,_{38}$ als Abscisse auf der Grundordinate $3,_{6}$ auf, so erhält man die Proportion, $3,_{6}:1 = x:0,_{38}$, folglich $x = 1,_{36}$. Von diesem Maafse mufs die Ausladung des Marmorgeison mit $0,_{44}$ abgezogen und die des Porosgeison mit $0,_{30}$ hinzugefügt werden, also $1,_{36} - 0,_{44} + 0,_{30} = 1,_{22}{}^{m}$. Diese Dimension darf also als das angenähert richtige Maafs der seitlichen Tiefe des Marmorfrontbaues betrachtet werden. Erst später nach Ablieferung der Zeichnungen fand ich, dafs dieses Maafs im Wesentlichen zwar richtig, aber doch um $0,_{03}$ zu klein ermittelt ist. Wegen der Geringfügigkeit dieser Differenz, auf welche ich noch zurückkomme, ist eine nachträgliche Correctur in den Stichen unterblieben.

Diese ganze Lösung könnte durch ihre für die antike Baukunst auffallende Complicirtheit Bedenken erregen, aber einerseits war sie nicht zu umgehen bei der Zusammenfügung zweier so heterogenen Materialien wie Poros und pentelischer Marmor, und andrerseits entsprach sie völlig einer Bauepoche, in welcher der emsig grübelnde Verstand längst an die Stelle phantasievollen Schaffens getreten war und mechanisch künstliche Bauleistungen mehr Ruhm und Beifall ernteten, als harmonisch vollendete Schöpfungen.

Ferner darf man den reichen kunstpflegenden Attalos II bezüglich der finanziellen Leistungsfähigkeit und des baulichen Ruhmestriebes nicht mit Hadrian vergleichen, dem für Athen eben alles möglich und — nichts unmöglich war. Attalos wird sehr gern eine Lösung genehmigt haben, deren ausserordentliche Ersparnifs an pentelischem Marmor die Baukosten wie die Bauzeiten verminderte und deren Complicirtheit doch mehr den Fachleuten als dem Volke auffiel. Es ist auch mit Gewifsheit anzunehmen, dafs er selbst aus diesen Rücksichten die Beschränkung des pentelischen Marmors auf den Frontbau als eine Hauptbedingung des Programms formulirt hat.

Dafs aber diese eigenartige Combination in der von mir vorgeschlagenen Weise wirklich vorhanden gewesen ist, lehrt schliefslich die genauere Betrachtung der kurzen Giebelfronten. Ein Blick auf die Südmauer (Blatt 12, Fig. 2) zeigt zwei Thüren in derselben, eine kleinere (C) dicht an der Südwestante und eine gröfsere mehr östlich neben dem ersten Gemache. Die erstere war, wie Thüranschlag und entsprechende Dübellöcher in der Unter- wie Oberschwelle beweisen, verschliefsbar, führte also in einen zeitweis abzusperrenden Raum. Die letztere, $3,_{43}{}^{m}$ breit, nur von antenförmigen Seitenpfosten umrahmt und mit einem ionischen Gebälk bekrönt, war nicht verschliefsbar, sondern führte direct ins Freie. Ihre bevorzugte Lage und Stellung ist wichtig, da sie in der Hauptaxe der 6^{m} breiten Wandelbahn dicht vor den Läden angelegt ist. An der Nordseite darf mit Sicherheit ihr Gegenstück vorausgesetzt werden, da ich dasselbe ionische Zahnschnittgeison, welches das Thürgebälk der Südseite krönte (vergl. Blatt 15, Fig. 3), in identischer Form und Gröfse im Schutte der Nordseite vorgefunden und vermessen habe. Die grofse aber praktisch nothwendige Breite beider Pforten verlangt eine entsprechende Höhe, die schwerlich anders bemessen gewesen sein kann, als die Höhe der dorischen Eckante. Ich habe auch nicht gezögert, ein hier liegendes Antenkapitell mit ionischer Gliederfolge zur Restauration dieser Pfortenstützen zu verwerthen. Da es nun nothwendig ist, die hinterste breite Wandelbahn mit ihrer Höhe durch zwei Geschosse reichen zu lassen, wenn anders der Zweck der Anlage, schattige Kühle mit guter Beleuchtung und nie versagender Ventilation zu verbinden, erreicht werden sollte, so mufs man einerseits zur besseren Entlastung des Thürgebälks, zweitens zur intensiveren Beleuchtung und Ventilation, drittens zur einheitlicheren Raumgestaltung ein durch Stützen zwei- oder dreifach getheiltes Oberfenster in der Nord- wie Südmauer annehmen, dessen Axe nothwendigerweise in die Axe der breiten Unterpforte fallen mufs. Geschieht dies, so zeigt sich sofort die weitere Nothwendigkeit, die so eben gewonnene Axe auch zur Giebelaxe zu machen und den Dachfirst über der Axe der hinteren Wandelhalle anzuordnen. Vgl. Blatt 13, Fig. 1 und 2.

Die Tiefe des Gebäudes an der Südmauer (von Aussenkante zu Aussenkante gemessen) beträgt $19,_{43}{}^{m}$, die Hälfte

demnach $9,_{71}$. Dagegen findet sich die Lage der Axe in der hintern Wandelhalle auf $9,_{09}$ normirt, giebt eine Differenz von $0,_{62}$, welche zu grofs ist, um als Zufalls- oder Absteckungsfehler gelten zu können. Hält man daher an der vertikalen Giebel- und Firstaxe fest, und verdoppelt das von der Hinterfront her gemessene Axenmaafs der Wandelhalle, um es nach oben hin zu verwerthen, so ergiebt sich $2 \times 9,_{09} = 18,_{18}$ für die obere Breite der beiden giebeltragenden Mauern, und die Differenz, Totalbreite $19,_{43} - 18,_{18} = 1,_{25}{}^{m}$ stellt das Maafs der kurzen Seite des Marmorfrontbaues dar. Man sieht, dafs es im Wesentlichen dasselbe Maafs ist, welches oben mit $1,_{22}{}^{m}$ gefunden wurde. Auf die kleine Differenz von $0,_{03}$ ist wenig Gewicht zu legen, da sie ja nur aus der willkürlich gewählten Grundproportion des Giebels erwachsen ist. Ja es läfst sich durch weitere mathematische Entwickelungen der Nachweis führen, dafs die Giebelproportion in Wirklichkeit einst $1:7,_{40}$ und nicht wie ich oben vorausgesetzt, $1:7,_{20}$, also rund $^1/_{50}$ weniger betragen hat. Demnach hätte die Giebelhöhe in den Zeichnungen, Blatt 13, Fig. 1 und 2, um eine Spur (etwas mehr als die Kymationhöhe, welche das Geison krönt) vermindert werden müssen. Für den kleinen Maafsstab der Zeichnungen ist diese Wirkung ganz unbedeutend, in der Natur dagegen war das Giebelverhältnifs, weil es den letzten Akkord gab, von besonderem Gewichte.

Weil aber beide nur auf monumentale Indicien gegründete Combinations-Methoden das gleiche Resultat geliefert haben, so wird der hier entwickelte Restaurationsversuch im Wesentlichen als richtig gelten dürfen. Mit dem auf solchen Umwegen ermittelten Totalhöhenmaafse der Front läfst sich nun ohne Schwierigkeit die oben erwähnte nicht mehr mefsbare Schafthöhe der ionischen Oberstützen auf ca. $3,_{20}{}^{m}$ feststellen, wenn noch, was structiv wie ästhetisch nothwendig erscheint, eine niedrige Zwischenstufe als gemeinsamer Abakus für die Oberstoa zwischen beide Geschosse eingeschaltet wird.

Auf Grund solcher und ähnlicher Beobachtungen und Schlufsfolgerungen, ist auf Blatt 12, Fig. 1 der Restaurations-Versuch der Front, auf Blatt 14, Fig. 1 u. 2 das System der Front nebst Durchschnitt, endlich auf Blatt 13, Fig. 1 u. 2 die Süd-Giebelseite und ein ganzer Querschnitt (nach Norden gesehen) zusammengestellt, auch die wichtigsten Details auf den Blättern 15 und 16 vereinigt worden.

Obschon die Zeichnungen das Wesentlichste der Restaurations-Idee darstellen, so empfiehlt es sich doch, zur weiteren Erläuterung und Begründung noch einige besondere Momente hervorzuheben.

Zwischen den ionischen Stützen der Oberstoa befanden sich, wie Falze in den Basen und Dübellöcher in den Schäften beweisen, hochkantig gestellte Marmorplatten von ca. $0,_{90}{}^{m}$ Höhe, die nach aufsen wie nach innen als schützende Schranken dienten. Sie sind im Anschlusse an Metallgufsvorbilder fein und zierlich aus pentelischem Marmor gemeifselt, aber der Haltbarkeit halber nicht durchbrochen gestaltet worden. Die besten Bruchstücke, welche in vier Varietäten (vergl. Blatt 16, Fig. 2) vorkommen, bewahrt das Varvakion, andere Reste liegen unter den Trümmern. Sie beweisen die stattgehabte Benutzung der Oberstoa als Halle und Logenraum. Die ionischen Stützen selbst (Blatt 16, Fig. 1) sind die Combination eines Oblongpfeilers mit zwei Halbsäulen, eine Anordnung, die stets nothwendig wird, wenn man bei mäfsigen Höhen aus structiven Gründen einer sehr grofsen Tiefe in den Gebälken bedarf. [29]) Die hellenistische Baukunst hat zahlreiche und gute Beispiele für derartige Probleme hinterlassen; ich erinnere nur an das gesäulte Hochgrab von Mylassa, oder an das bei Stuart abgebildete ionische Doppelcapitell von Menidi, welches einem ähnlichen Architekturwerke entstammte. In der Attalos-Stoa war ein derartig combinirtes Stützensystem aber dringend nothwendig, 1) um trotz der geringen Höhe breite Epistylien und Gebälke für die Decken- und Dachlast zu gewinnen (daher haben diese Zwillingsstützen, so darf man sie kurz nennen, eine Breite von $0,_{31}{}^{m}$ bei einer Tiefe von $0,_{61}{}^{m}$ im Schaft gemessen); 2) um an der glatten Fläche des Mittelschaftes den bequemen und sicheren Anschlufs für die Brüstungsplatten zu gewinnen. Auch hier sind zwei Arten von Zwillingsstützen gefunden worden, die sich ebenfalls nur in der Detailbildung der Basen unterscheiden. Die häufiger vertretene Gliederung der Basis besteht aus einem abwärts gebogenen Kyma, Spira und Plinthus, sie ist also weder streng attisch noch ionisch, sondern eine von Altar- und Bathronformen entlehnte Gliederfolge hellenistischer Zeit. Die zweite besteht aus Spira, Trochilos und Plinthus, ist also echt ionisch. Ich habe diese in der durchgängig ionisch gegliederten Wandelhalle oberhalb der ionischen Säulen untergebracht, und demgemäfs auch die dreitheiligen Fenster der Giebelfronten analog formirt.

Das genauere Studium der unteren Stoareste lieferte ebenfalls Gesichtspunkte, welche den vorliegenden Restaurationsversuch beeinflufst haben. Dies gilt besonders von der Thatsache, dafs das dorische Geison, wie Blatt 14, Fig. 2 und Blatt 15, Fig. 1 erkennen lassen, keine Sima, sondern nur einen ionisch-simenartigen Abschlufs erhalten hat. Das Fehlen der Rinne sowie die Existenz passender Dübellöcher auf der Oberfläche des Geisonblockes, beides mit der Beobachtung combinirt, dafs das Geison der Oberstoa vollständig zur Wasserableitung eingerichtet war, giebt den wichtigen Wink, dafs über der Unterstoa nicht etwa eine offene Terrasse, sondern ein bedecktes Stockwerk folgte. Leichter erkennbar war das Factum, welches Ussing unbegreiflicher Weise nicht gesehen hat, dafs über jedem Epistylion zwei Mittel-Triglyphen gestellt waren, also ein dreitriglyphisches System vorhanden war, wie es Vitruv als das Ueblichste gekannt und empfohlen hat. [30]) Hierzu genügte ein Blick auf den wieder zusammengelegten Epistylblock mit der Inschrift: *ΣΗΣ ΑΠΟΛΛΩΝ* oder auf die zahlreichen Geisonblöcke mit ihren eng gestellten ($0,_{405}$ Axenentfernung) Tropfenplatten. Die bei Ussing consequent in der Fünfzahl erscheinenden Tropfen sowohl an den Saumbändern des Epistyls wie an den Tropfenplatten, dürfen als ein Versehen des Zeichners gelten. Wegen der dreitriglyphischen Anordnung über jedem Intercolumnium verweise ich auch noch auf die Kumanudis'sche Zeichnung im Programm von 1862, welche ganz correct zwei Regulae mit je sechs Tropfen am Epistyle darstellt.

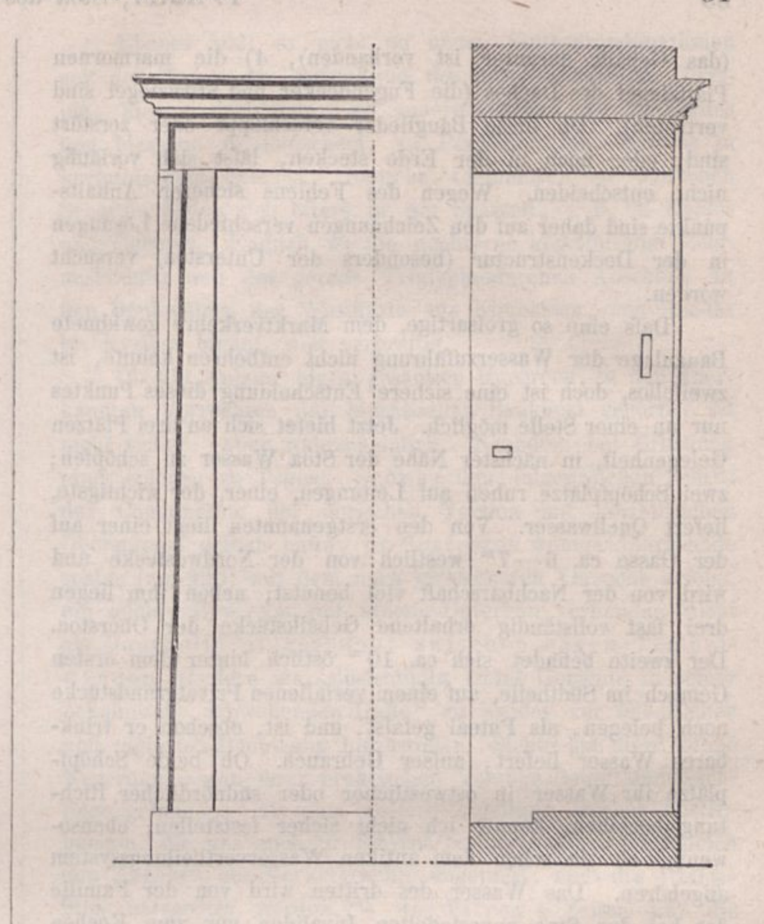
Die 21 Hintergemächer befinden sich wegen der Fortschaffung ihrer leicht verwendbaren Quadern in einem sehr

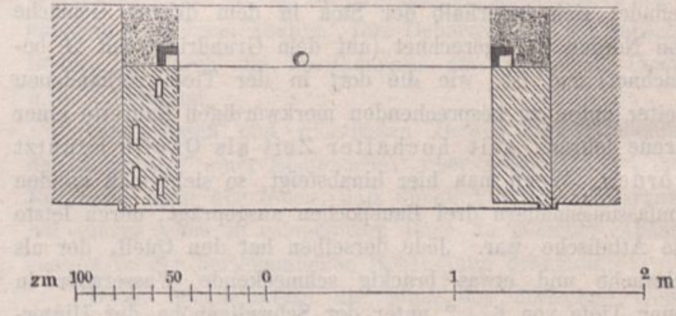
29) Vergl. Bötticher, Tektonik. 2. Aufl. I, 303.
30) Vitruv lib. IV, c. 3. ed. Rose 91.

reducirten Zustande. Die besterhaltenen sind die beiden letzten an der Südseite; von den beiden entsprechenden der Nordseite stehen nur noch die Nord- und Ostmauer; die übrigen haben — so weit man heut urtheilen kann — ebenfalls die östliche Hintermauer und viele der Querwände eingebüfst und nur grofse Stücke der Mittelmauer mit oder ohne Thürgerüst gerettet. Die Structur und Einrichtung scheint bei allen mit Ausnahme der dritten (von Norden her gerechnet) gleich gewesen zu sein. Der Fufsboden lag durchweg um $0,_{295}{}^{m}$ höher als in der Wandelhalle; ferner bestand die unterste Wandschicht aus hochkantigen Blöcken von $1,_{06}$, darauf eine niedrige Binderschicht von $0,_{26}$ und darüber wechselnde Schichten in pseudisodomer Bauweise. An der östlichen Hintermauer besafs jedes Gemach zwei schmale Schlitzfenster übereinander ($0,_{58}$ hoch und $0,_{08}$ aussen breit), von denen das unterste $2,_{35}{}^{m}$ über dem Fufsboden lag; sie dienten ebensosehr zur Beleuchtung des hintersten Zellentheils als zur Ventilation. Wiederkehrende Quadratlöcher, reihenförmig geordnet und immer an den Quaderecken sorgfältig eingestemmt, begründen die Vermuthung, dafs hier Bankhaken für die Bordbretter eingegipst waren, welche die aufgespeicherten Waaren tragen sollten. Von der Structur der Thürgerüste, ihren Pfannenlagern, Anschlagsfalzen und Riegellöchern giebt der nebenstehende Holzschnitt eine Vorstellung; die Kunstformen zeigt Blatt 15, Fig. 2.

Eine nicht unwichtige Nebenanlage ist sodann die Treppe, die zur Oberstoa führte. Sie lag an der kurzen Südseite bei *B* im Grundrisse (Blatt 12, Fig. 2), ist aber jetzt so vollständig verschwunden, dafs man sorgfältig alle Spurenreste aufsuchen, verzeichnen und auftragen mufs, um eine angenäherte Vorstellung von ihrer ehemaligen Erscheinung zu gewinnen.

Zunächst spricht für ihre Existenz an dieser Stelle die in der Südmauer belegene kleine Thür *C* im Grundrisse, welche mit Anschlag, Pfannen- und Riegellöchern versehen, die Verschliefsbarkeit eines hier vorhanden gewesenen Raumes aufser Frage stellt. Demnächst beweisen die Fugenschnitte der drei Stufen, dafs dieselben früher weiter reichten, als jetzt. Weiter darf eine in der Distanz von $3,_{67}{}^{m}$ stehende, trefflich construirte und in übereinstimmender Technik hergestellte Quadermauer, die parallel mit der Südmauer läuft, als eine zur Stoa gehörige Mauer betrachtet werden, welche zwei Zwecke erfüllte, nämlich 1) die Südseite des Treppenhauses zu bilden und 2) dem hier sich anschliefsenden, stark ansteigenden Terrain als Futtermauer zu dienen. Auch die südliche Schulterseite der am Südende stehenden Ante deutet auf den Anschlufs einer schmalen Mauer hin, weil nur ihre vordere (westliche) Hälfte, $0,_{32}$ breit, sorgfältig geschliffen, die hintere (östliche) — auch $0,_{32}$ breit — rauh scharirt ist, und zwar Beides in ganzer Höhe. Endlich zeigte sich der Lehrenumrifs für die Stufen der einst hier vorhandenen Treppe an der südlichen theilweis auf Putzüberzug berechneten Wandseite der Südmauer. Er ist nur sehr schwach vorgerissen, — am Besten in der Nachmittagssonne erkennbar, — aber ich habe ihn nicht nur Besuchern der Stoa, wie Curtius und Lüders, nachweisen, sondern auch mit seinen Steigungen von $0,_{223}$ und Auftritten von $0,_{325}$ verzeichnen können. In welcher Weise auf Grund der vorhandenen Reste und Spuren die Treppe nach ihren praktischen Forderungen vermuthungsweise projectirt worden





ist, ergeben Blatt 12, Fig. 1 u. 2 und Blatt 13, Fig. 1. Die Kleinheit der Eintrittsthür ($0,_{97}$ breit), sowie die an Dürftigkeit streifende Anordnung der Treppe bei einer so grofsen Gesammtanlage spricht dafür, dafs die Oberstoa nicht dem täglichen Gebrauche, sondern nur an besonderen Festtagen geöffnet war.

An der Nordseite ist keine Treppe vorhanden gewesen, weil die im anstofsenden Hause sichtbare Quadermauer (vgl. den Grundrifs Blatt 12, Fig. 2) zu nahe liegt (die Entfernung beträgt im Lichten $1,_{82}{}^{m}$), um eine zweiarmige Treppe einschalten zu können. Welchem praktischen Zwecke aber dieser terrassenartig vortretende Nebenraum gedient hat, wird sich erst bei weiterer Aufräumung der Nordseite sagen lassen.

Wenn aus dem Vorstehenden erhellt, dafs der gröfste Theil aller formirten Baustücke in den Trümmern sich noch vorgefunden hat, so ist es doch nothwendig, auch diejenigen zu bezeichnen, welche ich trotz sorgfältiger Durchsicht nicht habe auffinden können. Es sind dies: 1) die Capitelle der ionischen hinteren Säulen in der Unterstoa nebst dem Gebälk darüber, 2) die Balken und übrigen Deckenglieder der Vorderhallen in der Unterstoa, 3) die Deckplatten der Oberstoa

(das Gebälk darunter ist vorhanden), 4) die marmornen Plattziegel des Daches (die Fugendecker und Stirnziegel sind vertreten). Ob diese Bauglieder verschleppt oder zerstört sind, oder noch in der Erde stecken, läfst sich vorläufig nicht entscheiden. Wegen des Fehlens sicherer Anhaltspunkte sind daher auf den Zeichnungen verschiedene Lösungen in der Deckenstructur (besonders der Unterstoa) versucht worden.

Dafs eine so grofsartige, dem Marktverkehre gewidmete Bauanlage der Wasserzuführung nicht entbehren konnte, ist zweifellos, doch ist eine sichere Entscheidung dieses Punktes nur an einer Stelle möglich. Jetzt bietet sich an drei Plätzen Gelegenheit, in nächster Nähe der Stoa Wasser zu schöpfen; zwei Schöpfplätze ruhen auf Leitungen, einer, der wichtigste, liefert Quellwasser. Von den erstgenannten liegt einer auf der Gasse ca. 6—7^m westlich von der Nordwestecke und wird von der Nachbarschaft viel benutzt; neben ihm liegen drei fast vollständig erhaltene Gebälkstücke der Oberstoa. Der zweite befindet sich ca. 10^m östlich hinter dem ersten Gemach im Südtheile, auf einem verfallenen Privatgrundstücke noch belegen, als Puteal gefafst, und ist, obschon er trinkbares Wasser liefert, aufser Gebrauch. Ob beide Schöpfplätze ihr Wasser in ostwestlicher oder südnördlicher Richtung beziehen, konnte ich nicht sicher feststellen; ebensowenig, ob sie schon dem antiken Wasservertheilungssystem angehören. Das Wasser des dritten wird von der Familie des bei der Stoa angesiedelten Invaliden nur zum Kochen und Waschen, nicht zum Trinken benutzt; die Schöpfstelle befindet sich innerhalb der Stoa in dem dritten Gemache von Norden her gerechnet (auf dem Grundrisse mit *A* bezeichnet) und ist, wie die dort in der Tiefe vorhandenen weiter unten zu besprechenden merkwürdigen Baureste einer Krene lehren, seit hochalter Zeit als Quelle benutzt worden. Wenn man hier hinabsteigt, so sieht man an den Umfassungsmauern drei Bauepochen ausgeprägt, deren letzte die Attalische war. Jede derselben hat den Quell, der als schwache und etwas brackig schmeckende Wasserader in einer Tiefe von $6{,}_{40}{}^m$ unter der Schwellenhöhe der Hintergemächer aus dem anstehenden Felsen kommt, sorgfältig geschont. Auch beweisen sichere Spuren, dafs innerhalb des erwähnten Gemaches in der Attalischen Zeit eine besondere Vorrichtung zur Wasserschöpfung vorhanden war.

Bezüglich der alten Terrainverhältnisse ergiebt die Untersuchung mit Sicherheit, dafs der Architekt des Attalos an der Südseite eine starke Futtermauer zum Widerlager gegen oberen Erddruck, an der Nordseite und auf längeren Strecken an der Nordostseite aber einen hochragenden, sichtbar bleibenden Unterbau in vortrefflicher Quadertechnik (der erste Holzschnitt giebt eine Skizze der Nordostecke von aufsen gesehen) herstellen mufste, um das nothwendige Planum seines langgedehnten Bauwerks zu gewinnen. Namentlich die letztgenannte sehr kostspielige Anlage spricht entschieden für die von Curtius aufgestellte und von Wachsmuth bestrittene Annahme einer stattlichen Markterweiterung nach Norden hin in der Attalischen Zeit.

Doch müssen diese wie andere an die Analyse des Baues geknüpften topographischen Untersuchungen einem anderen Orte vorbehalten bleiben; nur die Frage über die Stellung des Ptolemaion soll wegen ihres unmittelbaren Zusammenhanges mit der Stoa weiter unten kurz berührt werden.

Dagegen erfordert das neu entdeckte Denkmal an dieser Stelle noch eine kurze architektonische und baugeschichtliche Würdigung. Vortrefflich ist zunächst die Wahl des Bauplatzes sowie die Art seiner Bebauung. Molenartig nach Norden vorgeschoben, bildete die Stoa eine Art von Wellenbrecher, an dem der vom Dipylon heraufflutende Verkehr sich theilte, um entweder mit Umgehung der Agora direct in das Herz der Unterstadt (Hadriansgymnasium, Wasseruhrthurm des Andronikos Kyrrhestes und Diogeneion) zu gelangen, oder auf der Agora selbst sich auszubreiten oder auch nach einer raschen Durchschreitung derselben über den Sattel vor der Akropolis hinweg zur Ilissos-Niederung hinabzusteigen. Demnächst war die Stoa in Folge ihrer Orientirung, von Süden nach Norden langgestreckt, nur der späten Nachmittags- und Abendsonne zugänglich, also zu einer Tageszeit, wo der eigentliche Marktverkehr, wenn nicht erloschen, doch im Absterben begriffen war.

Ein gleiches Lob verdient die Zweckmäfsigkeit des Grundrisses. Er bietet die bequemste Zugänglichkeit von drei Seiten, sowohl zu den schattigen und gut gelüfteten Unterhallen nebst den völlig geschützten feuersicheren Magazinen, als zu den Oberhallen, welche bei genügendem Schutze gegen Sonne und Regen weite Ausblicke marktauf- wie marktabwärts verstatteten. Die letztgenannte Rücksichtnahme hat sicherlich bei der definitiven Feststellung des Projects für die eventuelle Anordnung einer Oberstoa den Ausschlag gegeben.

Bezeichnete somit das Bauprogramm die Stoa als einen reinen Nutzbau, so erhoben der grofse Maafsstab und die Ausführung der Front in Marmor sie zum Range eines monumentalen Luxusbaues. Ob eine der anderen Marktanlagen ebenso kostbar oder noch reicher ausgestattet war, wird sich erst beurtheilen lassen, wenn die übrigen Seiten der Agora aufgegraben und erforscht sind. Schwerlich wird aber eine der anderen Hallenbauten die Attalos-Stoa bezüglich des Rauminhaltes und folglich der Baumasse übertroffen haben. Hierfür mag die Angabe genügen, dafs — unter selbstverständlicher Beiseitelassung der Magazine — nach Abzug der Säulen in der Unterstoa 2340 Menschen, in der Oberstoa 1260, zusammen 3600 Menschen gestanden haben können, wenn für Jeden $0{,}_{60}$ □^{m} Platz berechnet wird. Zieht man noch die drei Krepis-Stufen hinzu, so erhöht sich diese Ziffer um ca. 400 Mann, so dafs also an hohen Festtagen, z. B. am Tage der panathenäischen Procession, 4000 Menschen in der Attalos-Stoa geschützt versammelt werden konnten. Jedenfalls verdient diese bedeutende Raumgröfse eine genaue Beachtung, wenn man die Frage über die *μακρα στοά* schärfer behandeln will, als es bisher geschehen ist.

Auch in structiver Beziehung kann man dem Bauwerke eine volle Anerkennung nicht versagen. Es ist mit einer so völlig sicheren Kenntnifs der Leistungsfähigkeit des Stein- beziehungsweise Marmorbaues errichtet worden, dafs wir dasselbe wegen der structiven Kühnheit in die Mitte der hellenistischen Epoche setzen müfsten, auch wenn kein Datum vorhanden wäre. Dagegen kann es bezüglich der technischen Durchführung mit den hochvollendeten Werken der perikleischen Epoche nicht in Vergleich gestellt werden. Nicht, dafs die vielbewunderte Technik jener Zeit verloren gewesen wäre, — das ausgezeichnete Gefüge und die treffliche Behandlung der Riesensäulen des Olympieion beweisen das

Gegentheil, — nein, es fehlte hier am Besten, an dem Bau-Enthusiasmus, der von idealer Auffassung gelenkt, mittels architektonischer Schöpfungen über die Mitwelt hinaus zur späten Nachwelt sprechen will und deshalb vor keinem Opfer zurückschreckt, was die Monumentalität erfordert. Hier sieht man das Gegentheil, überall stöfst man auf beabsichtigte Einschränkungen, z. B. auf Knappheit in den Fundamenten, auf Zusammendrängung der reicher geschmückten Bauglieder an der Front, auf Resignation in der sonst so üblichen Meifselarbeit (an Kymatien, Astragalen etc.) und liest solchergestalt aus den Steinen die unverdächtige Angabe heraus, dafs der Architekt scharf rechnen mufste, um mit den genehmigten Bausummen durchzukommen. Dafs aber die Sparsamkeit eine der Haupttugenden des attalischen Königshauses war, ist eine geschichtliche Thatsache.

Mifst man sodann mit künstlerischem Maafsstabe, so mufs auch hier trotz der fein abgewogenen, ja schönen Verhältnisse des Frontsystems und des Querschnitts etc. tadelnd hingewiesen werden auf die nüchterne Gleichmäfsigkeit einer fast unabsehbaren Front, der das Wichtigste, eine zweite Axenentwickelung in der Mitte und nach der Tiefe hin fehlte. Was diesen Mangel verschuldet hat, ist schwer zu sagen; möglich, dafs ältere und unangreifbare Denkmäler gerade in der Mitte hinter der Stoa lagen und die Gestaltung eines Mittelbaues von gewisser Tiefe behinderten; möglich auch, dafs der Bauherr jede idealere Auffassung des Bauprogramms aus Sparsamkeit oder aus anderen Gründen behinderte.

Prüft man weiter die Gesammtcomposition, so spiegelt sich in zahlreichen Zügen die Spätzeit mit ihrem Streben nach schlanken Proportionen und neuen Formencombinationen, mit ihrer Vorliebe für Feinheit und Eleganz neben der laxen Behandlung der alten und gesetzmäfsigen Gliederfolge, am schärfsten wohl mit ihrer Ablösung von der hieratischen Bautradition durch die Aufstellung zweier Giebel an einem Profanbau.

Alle diese Momente, mit Ausnahme des letzten und wichtigsten, theilt die Attalos-Stoa mit gleichzeitigen oder älteren Bauten auf den Inseln, in Kleinasien, wie im Peloponnes. Die höchst charakteristische dreitriglyphische Anordnung, früher nur ausnahmsweise, aber zweckvoll angewendet (Propyläen zu Athen und Eleusis), erscheint in Folge schlanker Proportionirung zum System erhoben in den Stoën am Stadion zu Messene und an der Agora zu Knidos, beide undatirbar, aber wahrscheinlich dem Anfange des III. Jahrhunderts angehörend. Dann treffen wir sie mit ionisirender Furchenbildung in der neben dem korinthischen Tempel belegenen Stoa zu Knidos und der bekannten Portikus Philippos V. auf der Insel Delos, die dem Anfange des II. Jahrhunderts entstammt[30]). Für das viertriglyphische System ist der bekannte zierliche Tempel von Cori ein Beispiel; selbst von einer noch weiter getriebenen Steigerung bis zum fünftriglyphischen Systeme sind wir unterrichtet, wie ein stattliches, leider undatirbares Felsgrab in Nacoleia beweist.

Ebenso fehlt es nicht an neuen Stützencombinationen seit den Tagen der Aufstellung des Zeus-Colosses zu Olympia, hier in dorischem, an anderen Orten, wie zu Sardes und Messene in ionischem, zu Pergamon und Mylassa in korinthischem Schema. Ionische Cannelüren an dorischen Schäften finden sich öfters in der Spätzeit, z. B. zu Knidos und Ephesos. Endlich ist die nüchterne kegelförmige Echinusbildung und der gerade Triglyphenfurchen-Abschlufs an den Denkmälern der Westküste von Kleinasien, von Rhodos bis Kyzikos hinauf, weit verbreitet.

Ob die Anlage eines gesäulten Hyperoon zu den anerkannten Vorrechten der hieratischen Baukunst gehörte, ist nicht sicher, aber wahrscheinlich. Nachdem bei Erbauung eines solchen zu Tegea, Scopas den folgenreichen Schritt der Combination der dorischen Version mit korinthischen Oberstützen gethan hatte, ist Sostratos wenige Jahrzehnde später (um 320) mit dem noch wirksameren Versuche gefolgt, ein solches Hyperoon mit einem Unterbau verbunden nicht als Bautheil, eingespannt zwischen engen Tempelwänden, sondern als selbstständig freies Gebäude in seiner bekannten „schwebenden Halle“ zu Knidos zur öffentlichen und täglichen Benutzung hinzustellen. Sicher hat diese kühne Neuerung wegen ihrer praktischen Vorzüge Beifall und Nachfolge gefunden. Als eine weitere Ableitung solcher Bestrebungen, die uns auch aus Smyrna bezeugt sind, aber zugleich den Zwecken des Marktverkehrs angepafst, mufs die Attalos-Stoa betrachtet werden.[31]) In Vitruv's Zeiten war die Anlage von Oberstoën zu Spazierhallen so allgemein üblich, dafs dieser Autor sie als ein Kriterion der griechischen Marktanlagen bezeichnen konnte. Ihre Uebertragung auf italischen Boden ist durch die Portikenreste am Forum zu Pompei u. a. O. bezeugt.

Die meisten und wichtigsten Details tragen ebenfalls den Charakter einer Spätepoche, aber man darf bei ihrer Recension nicht übersehen, dafs die praktischen Forderungen bei einem schon so complicirten Baue zu manchen Abänderungen in der herkömmlichen Behandlung drängten.

Wenn beispielsweise die Sima des dorischen Geison nicht mehr als offene Rinne, sondern geschlossen gestaltet ist, so erklärt sich diese Besonderheit aus der verlangten Anlage der Oberstoa. Wurde sie aber überflüssig, so lag es wieder nahe: 1) statt der dorischen Kesselform nur symbolisch die schlank aufgerichtete und vorn überfallende Rinnenbordform der ionischen Version zu wählen, und 2) die kräftige Ausladung des dorischen Geison aufzugeben, eben weil der praktische Grund der möglichst weiten Vorschiebung der Sima zur besseren Wasserverstreuung fortfiel. Dadurch erklärt sich also die magere Ausladung des betreffenden Geison und in weiterem Verfolge auch die seltsame Proportion der langen und schmalen Tropfenplatten. In gleicher Weise wird die Einführung der breiten Furchenstege an den dorischen Schäften, sowie ihr hoher Anfang über dem Fufsboden aus dem praktischen Grunde: möglichste Sicherung der Kanten gegen Abstofsung, sich erklären lassen. In anderen Details

30) Für den oberflächlichen Dilettantismus, der sich in unseren sogenannten Architekturgeschichten breit macht, ist es bezeichnend, dafs dieses Bauwerk noch immer dem Könige Philippos, dem Sohne des Amyntas, zugeschrieben wird, ungeachtet schon Ulrichs im Jahre 1842 durch die Heranziehung weiterer Inschriftsbruchstücke den Weg zur richtigen Datirung gewiesen hat. Vergl. Böckh, Corpus inscr. II, 2274 und Add. 2274; ferner Ulrichs, Reisen und Forschungen II, 204. Bursian, Geogr. II, 459.

31) Die gröfste Verwandtschaft mit der Attalos-Stoa würde die Halle Myropolis zu Megalopolis besitzen, wenn sie zweigeschossig gewesen wäre, was Pausanias nicht erwähnt. Immer ist diese Marktstoa, welche Wandelhallen mit Magazinen verbunden besafs, baugeschichtlich nicht unwichtig, da durch Pausanias Angabe des Staatslenkers und Bauförderers Aristodemos, ihr ein sicheres Datum, also um 260, gegeben werden kann.

macht sich wieder die individuelle Willkür des Künstlers geltend. Dahin gehört beispielsweise die nicht uninteressante Verbindung des kegelförmigen Echinus nebst seinen drei scharf geschnittenen Ringen mit dem breitgestegten Säulenschafte. Ferner erwähne ich die eigenthümliche Composition des Geison über dem ionischen Gebälk der Oberstoa. Dasselbe ist mit flachen aber tief gestellten Platten an der Unterfläche geschmückt, während die Vorderfläche durch eine Lysis in zwei Platten geschieden wird, von denen die untere zur schmalen Leiste herabsinkt, während die obere und höhere die steilgehobene Sima mit Löwenmasken trägt. Dafs hier Reminiscenzen an sicilische Baudenkmäler verwerthet worden sind, wird keinem Kenner der hellenischen Baugeschichte entgehen. Ebensowenig bedarf es des Nachweises, dafs die formale Gestaltung der Marmorbrüstungen auf Vorbilder des Metallgusses zurückweist, welche in nachlässiger und einen hohen Grad von Flüchtigkeit bekundender Weise unmittelbar auf den Steinbau übertragen worden sind. Zuletzt hebe ich noch einen Punkt hervor, der in tektonischer Beziehung einiges Interesse hat: nämlich die Anordnung des mit Palmetten und Lotoskelchen geschmückten Säulenhalses an den ionischen Zwillingsstützen der Oberstoa. Von dieser echt attischen Formation sagt Bötticher[32]), dafs sie nur einmal, am Erechtheion, vorgefunden sei. Die Attalos-Stoa liefert das zweite Beispiel. Ihre Capitelle sind, wie die Einführung doppelter Voluten und die elegante Formenbehandlung der Palmetten etc. lehren, sichtlich nach jenen vielbewunderten Vorbildern angefertigt worden; doch kann von Kopieen nicht die Rede sein, da die geflochtenen Toren über dem Echinuskyma, sowie die Anthemien in den Ecken fehlen, auch die eleganten Astragale durch schlichte Rundstäbe ersetzt sind.

Aus der sichtlichen Verwandtschaft beider Capitellarten den Schlufs zu ziehen, dafs der Architekt der Attalos-Stoa ein Bürger von Athen gewesen ist, dürfte unstatthaft sein, da erstlich in jener Zeit schon die Thatsache feststeht, dafs fremde Architekten (u. A. der Römer Cossutius) im Dienste philhellenischer Fürsten beschäftigt gewesen sind, und da zweitens solche nicht einheimische Künstler gerade den besonderen Wunsch und die Neigung haben konnten, die hochvollendeten Details an dem berühmtesten Heiligthume der Stadtgöttin für ihre Neuschöpfungen zu verwerthen.

Eine besondere Hervorhebung verdient dagegen die Thatsache, dafs an diesem späthellenistischen Bau keine Spur des Bogen- beziehungsweise Gewölbebaues sichtbar ist, ungeachtet die attalischen Fürsten an verschiedenen Orten Kleinasiens (Pergamon, Adalia, Sardes, Pessinunt) gut datirbare Bauwerke hinterlassen haben, welche die sicherste Handhabung derartiger Structursysteme bekunden. Weshalb diese so rationellen und vielversprechenden Neuerungen, die dem Orient entstammend die ganze Welt erobern sollten, hier ausgeschlossen wurden, ist schwer zu entscheiden. Am wahrscheinlichsten bleibt die Annahme, dafs Attalos selbst, der wegen der engen und langjährigen Beziehungen des pergamenischen Königshauses zur Insel Aegina, die Stadt Athen und ihre Baudenkmäler sicherlich aus eigener Anschauung kannte, den Wunsch ausgesprochen hat, in herkömmlicher streng hellenischer Weise das Werk ausgeführt zu sehen, womit er Stadt und Volk beschenkte. Hieran darf dann die Vermuthung geknüpft werden, dafs auch der von seinem älteren Bruder Eumenes unternommene Stoënbau in der Nähe des Theaters, welchen Vitruv erwähnt,[33]) in gleicher Weise den horizontalen Steindeckenbau besessen haben wird, wie die Attalos-Stoa. Da beide Bauwerke auch darin übereinstimmen, dafs sie ihrem Programme nach reine Nutzbauten gewesen sind, darf man im Hinblicke auf die plastischen Stiftungen Attalos I auf der Burg, die oft gepriesene Wohlthätigkeit aller drei Fürsten so charakterisiren: dafs der erste Attalos der Burg zu vielem Schönen ein neues Schönes, jeder der beiden Söhne dagegen der Stadt zu vielem Zweckmäfsigen ein neues Nützliches fügte. Da nun der gröfste Theil des öffentlichen Lebens damals entweder auf dem Markte oder im Theater verlief, so zeigt sich, wie richtig und angemessen beide Brüder den Wünschen und Bedürfnissen des athenischen Volkes entgegengekommen sind mit der Erbauung der prachtvollen Stoën, die ihren Namen zu verewigen bestimmt waren.

Durch die bisherigen Erörterungen ist der Versuch gemacht worden, ein untergegangenes und fast verschollenes Denkmal der hellenischen Architektur für die Kunstwissenschaft durch Zeichnung und Beschreibung mit angenäherter Sicherheit wiederzugewinnen. Es erübrigt nun der Nachweis, dafs dieses hochalte Werk auf noch älteren Resten der athenischen Baukunst steht, welche bei seiner Erbauung theils abgetragen, theils überbaut wurden, um den stattlichen Neubau in voller Länge zu ermöglichen.

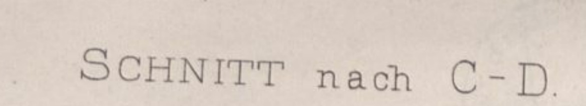
Zunächst ist an die schon oben hervorgehobene Thatsache zu erinnern, dafs der Architekt des Attalos zur Herstellung seines über 118^{m} [34]) langen Bauplanums sich veranlafst gesehen hat, an der Südseite in das vom Abhange der Akropolis her abfallende Terrain einige Meter tief einzuschneiden, an der Nordseite dagegen eine künstliche Höhenlage über dem vorhandenen Terrain durch Aufschüttung zu gewinnen. Genaue Höhenmaafse kann ich in Ermangelung eines Nivellements nicht angeben, aber ungefähr wird das Einschnittsmaafs der Südseite dem Aufhöhungsmaafse der Nordseite entsprochen, rund 4^{m} betragen haben. Die Durchführung dieser sehr rationellen Terrainbenutzung erheischte den Bau besonderer Substructionen; an der Südseite den einer Futtermauer, stark genug, dem Erddrucke zu widerstehen; an der Nordseite und Nordhälfte der Ostseite den einer Unterbaumauer, hoch genug, um die Ausgleichung mit dem erstrebten Niveau des Agora-Planums zu ermöglichen. Vortrefflich sieht man die letztere Anlage in einem jetzt durch Brand verwüsteten und zum Abbruch bestimmten Privathause, ferner im Hofe des Nebenhauses daselbst und auf dem Terrain hinter der Nordostecke der Stoa. Eine angenäherte Vorstellung gewährt der oben mitgetheilte erste Holzschnitt. Ueberall ist die Substruction mit grofser Sorgfalt aus mittelgrofsen, wetterbeständigen Porosquadern mit schwach abgestufter Dossirung erbaut worden. Die Quaderhöhe schwankt zwischen $0,_{23}$ bis $0,_{34}$ ^{m}, ihre technische Behandlung mit stehen gebliebenen Mittelbuckeln erinnert an die Wandquadern der Propyläen und lehrt, dafs sie wie jene mit der Zange versetzt sind; die saubere Scharirung ihrer Aufsenseite spricht

32) Bötticher, Tektonik. II. Aufl. I, 126.

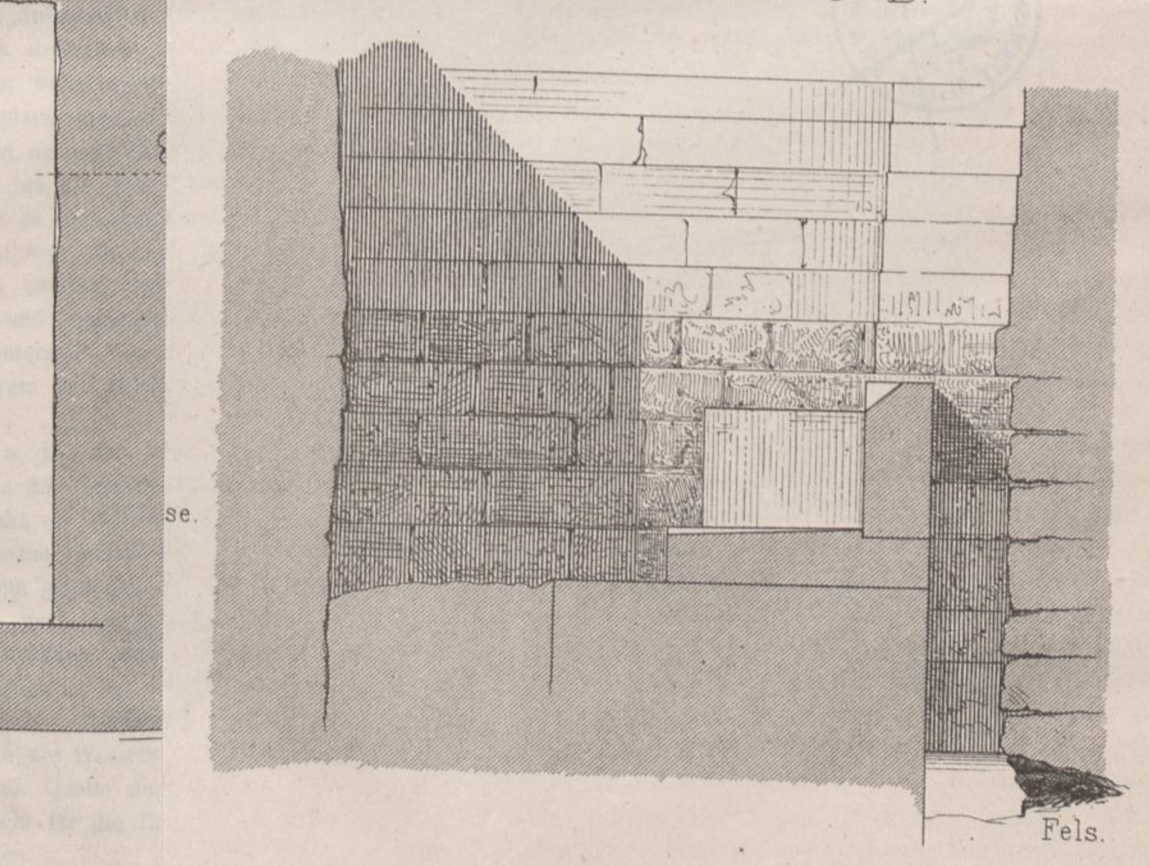
33) Vitruv lib. V, c. 9, 1.

34) Dieses Maafs stellt die Länge des Hauptbaues nebst den Breitenmaafsen des Treppenhauses an der Südseite und des terrassenartig vortretenden Ausbaues an der Nordseite dar.

Zeitschrift



SCHNITT nach C-D.



SCHNITT nach E-F.

se.

M.

in ATHEN.

Aufgen. u. gez. v.

Quader m. Rand.
E
C
B
A
F
Alte Strasse
Rinne
Quader m. Rand
Quell
Schwellstein
D

GRUNDRISS.

1,15
Planumhöhe d. Kerameikos.
3,85
6,40
Quell
Fels.
Strasse.

SCHNITT nach A-B

SCHNITT nach C-D.

Fels.

SCHNITT nach E-F.

0 1 2 3 4 5 M.

ALTE BAURESTE unter der ATTALOS-STOA in ATHEN.

Aufgen. u. gez. v. F. Adler.

Verlag v. Ernst & Korn in Berlin.

dafür, daſs sie stets sichtbar bleiben, also einen monumentalen Unterbau formiren sollten.

Diese Unterbauten am Nordende haben nun ältere Bauanlagen, welche der Erbauung der Stoa im Wege standen, theils beseitigt, theils absorbirt.

Wie viele dies Schicksal betroffen und wie weit die Ueberbauung sich erstreckt hat, läſst sich bei dem jetzigen Stande der Ausgrabung nicht beurtheilen. Deutlich erkennbar ist aber das Faktum in der dritten Zelle von Norden her gerechnet, sowie in dem östlich anstoſsenden Terrain. Unter dem Fuſsboden des genannten Gemaches steht eine Bauanlage, welche durch ihre Tiefstellung, Orientirung und eigenartige Formation eine genauere Kenntniſsnahme verdient, als sie bisher gefunden hat. Auf Blatt C (im Text) habe ich eine Darstellung des Grundrisses und dreier Schnitte nach meinen im April dieses Jahres gemachten Messungen vereinigt.

Der Schnitt nach der Linie *A — B* läſst zuoberst die nur theilweis erhaltenen marmornen Antepagmente der Thür erkennen, welche von der Stoa aus in das dritte Gemach führte. Die marmorne Thürschwelle ist nach innen zu abgebrochen, so daſs ihre ursprüngliche Form und Gröſse nicht mehr erkennbar ist. Auch fehlt es an sicheren Spuren zur Beurtheilung der Construction, welche ehemals den Fuſsboden in der Cella unterstützte. Es ist möglich, daſs man bei dem Stoënbau den ganzen Innenraum zwischen den Fundamentumfassungsmauern mit Ausnahme der Südwestecke mit Schutt und Erde gefüllt, dann abgerammt und die Beplattung darauf gelegt hat; es ist aber wahrscheinlicher, daſs der Schwellstein wie eine Balkonplatte über den unten belegenen Bauresten vorgestreckt und nur mit einem Gitter brustwehrartig umgeben worden ist, um vor dem Hinabstürzen zu sichern und doch das Wasser zu erreichen. In jedem Falle blieb die Südwestecke frei, weil sie zugänglich bleiben muſste. Unter ihr befand sich nämlich eine Quelle, welche trotz mäſsiger Wasserfülle und ungeachtet des etwas brackigen Geschmacks für die Unterstadt von Wichtigkeit sein muſste, so lange es an besserem und reichlicherem Leitungswasser fehlte.

Am 22. April c. a. lag der Wasserstand $6,_{40}{}^{m}$ unter der Schwellenoberkante des Gemachs, d. i. $5,_{25}{}^{m}$ unter dem Planum der Agora dicht vor der Stoa. Wichtiger als diese immerhin bemerkenswerthe Tieflage ist der doppelte Umstand, daſs die Quelle aus dem geschichteten Felsen zu Tage tritt und ihr Wasserstand, nach Aussage des hier seit einigen Jahren angesiedelten Invaliden, nur mäſsigen Schwankungen unterworfen ist. Natürlich ist bei der jetzigen Offenlage ein reichlicher atmosphärischer Niederschlag im Herbste und Frühjahre auf die Höhe des Wasserstandes von Einfluſs, aber die Erfahrung, daſs die Quelle auch in trockenen Jahren nie versiecht ist, spricht für die Dauerhaftigkeit ihrer wasserzuführenden Schichten.

Unten wird der Quellplatz von Mauern umzogen, die ein angenähertes Quadrat von ca. 4^{m} Seite bilden und aus horizontal geschichteten Piräusquadern dunkelbrauner Färbung hergestellt sind. Die Mauern sind an den einzelnen Seiten verschieden hoch erhalten; am wenigsten steht an der Ostseite; 8 Schichten finden sich an der Südmauer, 14 an der Nordmauer und 15 an der Westmauer. Das Material, die Technik, der Maaſsstab, sowie die wuchtige Zusammenfügung unterscheiden diesen Bau in sicherer Weise von den bei dem Bau der Stoa erbauten Fundamentmauern. Unzweifelhaft ist der Piräusquaderbau mit seiner derben, fast ungeschlachten Behandlungsweise älter, von dem Architekten des Attalos vorgefunden und theilweise benutzt worden. In der Westmauer sind die Spuren einer verschlieſsbaren Pforte sichtbar. Hier sieht man nämlich (vergl. den Schnitt nach *A — B*), daſs die 11. Schicht unter der oberen Thürschwelle einst als Schwelle liegen geblieben und auf ihr durch vertikale Emporführung von 7 Schichten die rohe Laibung einer Oeffnung formirt worden ist, zu der eine Thür gehörte. Das untere Pfannenloch ist wegen der Ueberbauung unsichtbar, das obere befindet sich in dem vorgestreckten Steine, welcher der 8. Schicht angehört. Ueber ihm folgten noch weitere Schichten, von denen aber nur noch eine erhalten ist. Alle Obertheile sind ebenso wie die südlich belegene linke Thürlaibung bei dem Bau der Stoa beseitigt worden. Die Thür ist an der Innenseite $2,_{40}{}^{m}$ hoch und ca. $1,_{80}{}^{m}$ breit gewesen; ob sie einen Anschlag besaſs, läſst sich wegen des Anschlusses der Attalosbau-Quadern nicht sicher constatiren, darf aber als sehr wahrscheinlich vorausgesetzt werden.

Die Erwägung dieser Thatsachen führt zu dem Resultat, daſs der kleine, so schlicht und derb formirte Hochbau nur der Sicherung und Benutzung des Wassers halber als eine Brunnenstube über der Quelle angelegt und von Westen her zugänglich war. Schwieriger ist die Beantwortung der Frage, ob die starken Mauern, deren Dicke oben zwischen $1,_{40}$ und $1,_{70}{}^{m}$ schwankt und in Folge einer sehr ungleichen Abtreppung nach unten hin zunimmt, ihre Stärke empfangen haben, um die Wasserverdunstung möglichst zu verhindern, oder ob sie als thurmartiger Bautheil zu einer alten Befestigung der Unterstadt gehörten. Ohne eine neue Ausgrabung ist eine Entscheidung nicht möglich, aber die Wichtigkeit einer solchen Untersuchung erhellt ohne Weiteres. Auch läſst sie sich ohne groſsen Aufwand durchführen, wenn man von dem Brunnenhause aus nach Süden, Westen und Norden hin das Terrain bis zu den nothwendigen Tiefen durchgräbt, um zu constatiren, ob und wo weitere Anschlüsse in Piräusquadern vorhanden sind oder nicht. Wegen des Einganges von Westen her, glaube ich aber die Vermuthung, daſs die Brunnenstube Theil einer älteren Befestigung gewesen sei, von vornherein ablehnen zu müssen.

Indessen ist der Brunnenstubenbau nicht das älteste, was an formirter Architektur hier vorhanden ist. Noch tiefer steht, auf wenige Fragmente reducirt, eine Bauanlage, welche in schräger Richtung den quadratischen Grundraum durchschneidet und zu der Zeit, als man die Brunnenstube baute, aufgegeben und theilweis beseitigt worden ist. Den Kern bildet eine schräg geführte Mauer, welche, das Quellbassin mit ihrer Rückseite streifend, früher in südöstlicher Richtung noch weiter fort gegangen ist, wie zwei jenseits der $1,_{70}{}^{m}$ dicken Ostmauer belegene und im alten Lager ruhende Quadern in unzweideutiger Weise erkennen lassen. Rechtwinkelig zur Mauerflucht erhebt sich, einem bevorzugten Mittelbau vergleichbar, eine kleine, aus wenigen Steinen construirte Bauanlage, welche am besten auf Blatt C, durch Vergleichung des Grundrisses mit den beiden Schnitten nach *C — D* und *E — F* erkannt wird.

Auf einem aus groſsen, aber derb zugehauenen Tuffblöcken construirten Unterbau erheben sich vier aus dunkel-

grauem, sehr feinkörnigem Poroskalksteine mit großer Sorgfalt behauene Quadersteine verschiedener Größe. Der unterste, $0,_{33}$ m hoch, der stylobatartig die drei andern trägt, zeigt sich sofort durch die Emporhebung zweier stabartiger Ränder neben einer flach gehöhlten und nach vorn hin mit sanftem Gefälle gearbeiteten Mittelrinne als Ablaufstein für eine von oben herabkommende Flüssigkeit. Dem entsprechend besitzt der $1,_{43}$ m lange und $0,_{39}$ m dicke, plattenförmig aufgerichtete Quaderstein, der die Hinterwand bildet, genau in seiner Mitte eine $0,_{46}$ m breite Abschrägung, um das entweder hier oder in noch größerer Höhe heraustretende Wasser sanft abfließen zu lassen. Zur noch schärferen Bezeichnung dieses Zweckes sind zwei gleich große Quadern neben der unteren Ablaufrinne seitlich, rechts und links, so aufgestellt worden, daß sie mit ihrer glatten Oberfläche den Hinterwandstein genau in der Höhe erreichen, wo seine mittlere Abschrägung nach unten hin endigt. Daß hierdurch eine schmale Gasse im Zusammenhang mit dem hinteren Ablaufstein gebildet werden soll, läßt die Breite der Seitensteine erkennen; sie ist identisch mit der Breite der Abschrägung im Hinterwandsteine, nämlich = $0,_{46}$ m.

Außer den beschriebenen streng geometrischen Formen findet sich weder eine andere Gestaltung noch Kunstform an diesem Mitteltheile. Eine gleiche Einfachheit kennzeichnet die rechts und links belegene, leider durch Fortschleppung vieler Quadern bis auf wenige Fragmente zusammengeschmolzene Längsmauer. Das Wichtigste an ihr sind zwei Quadern von ungleicher Größe und in verschiedenen Höhen, aber im alten Lager ruhend, welche nach Material, Technik und fluchtrechter Lage völlig übereinstimmen. Die kleinere liegt rechts vom Mittelbau und sehr nahe demselben; die größere befindet sich jenseits der Ostmauer der Quellstube. Auf der Grundrißzeichnung sind beide mit den Worten: „Quader mit Rand" bezeichnet worden. Beide zeigen nach der Wasserseite hin eine besondere Bearbeitung durch Herstellung eines sauber scharirten Randbeschlages von $0,_{073}$ m Breite, sowohl an der linken Seite wie oben und unten, während der Mitteltheil in einer mäßigen Weise buckelförmig erhoben, rauh zugehauen ist. Da ferner beide Quadern trefflich geglättete Stoß- und Lagerflächen besitzen, während ihre inneren Seiten nachlässiger behandelt sind, so ist es sicher, daß vor ihnen noch eine zweite Schicht lag und folglich die ganze Mauer einst dicker, $1,_{05}$ — $1,_{08}$ m stark war. Dieses Maaß wird überdies durch die Breite der darunter liegenden Quaderschichten, die, weil sie den Unterbau bildeten, keinen Randbeschlag empfangen haben, genügend gestützt. Die geringe Stärke von $1,_{08}$ m belehrt uns sofort, daß die schräge Mauer weder Futter- noch Befestigungs-Mauer jemals gewesen ist; ebenso folgt aus der Existenz jener Ränder, daß dieselbe eine gut bearbeitete Hinterseite am Quellbassin hatte, folglich auch an der Rückseite gesehen werden sollte.

Auffallenderweise besitzt nun diejenige untere Quaderschicht, welche die randbeschlagene Quader zur rechten Hand trägt und in gleicher Höhe mit dem Mittelbaue endigt, keinen dichten Stoßfugenschluß, sondern Abstände, zweimal von $0,_{15}$ — $0,_{16}$ m Breite, die jetzt mit losen Steinbrocken ausgesetzt sind, einmal von $0,_{25}$ m Breite an der rechten Seite. Welchem praktischen Zwecke diese schmalen schlitzartigen Oeffnungen gedient haben, weiß ich um so weniger zu sagen, als dem Anscheine nach eine spätere Verrückung nicht stattgefunden hat.

Kaum bedarf es nach dieser eingehenden Analyse des Baues noch der Frage, was war die ganze, alle Kriterien eines hohen Alterthumes tragende Bauanlage?

Ganz sicher sind zwei Momente; der Bau hing mit der Quelle zusammen und hatte, wie die Abflußrinne, die engen Seitenwangensteine und die Abschrägung in der Hinterwand lehren, seine Front nach der vorderen nordöstlichen, d. h. der Quelle entgegengesetzten Seite. Sodann lehrt die Structur, daß die Quelle früher höher mündete, als jetzt, sei es, daß ihr Wasserzufluß durch Abschneidung von Hauptadern oder in Folge geringerer Absorptionsfähigkeit der höher gelegenen Terrainschichten nach eingetretener Bebauung sich stark vermindert hat, ohne doch je völlig zu versiechen. Ein allmäliges Herabsinken von Quellspiegeln ist an vielen Punkten beobachtet, namentlich bei Quellen, die nicht aus großer Tiefe kommen. Es ist auch nicht unmöglich, daß der anstehende Felsen einst 1 — 2 m höher aufragte, also so hoch war, daß das Mundloch der Quelle auf der hinteren Abschrägung ruhen konnte, daß er aber später wegen starker Verwitterung bei der Fundamentirung der Brunnenstube bis auf größere Tiefen hin abgebrochen werden mußte, um ein festes Auflager zu gewinnen. Dabei deuten die schmale Rinnengasse und die hohen Seitenwangensteine in bezeichnender Weise darauf hin, daß das köstliche Naß hier nicht in verschwenderischer Fülle sprudelte, sondern mit einer gewissen ängstlichen Vorsicht behütet wurde, um so wenig als möglich bei der Benutzung zu verlieren.

Ist aber die Erklärung als Krene richtig, so ist auch die Annahme gestattet, daß der Zugang zu ihr in leichter und bequemer Weise vermittelt sein mußte und daß daher die Reste der vor dem Quellbaue noch sichtbaren Pflasterung zu einem nordostwärts belegenen Vorplatze (Peribolus) an einer Straße gehört haben, deren Hauptrichtung der Richtung der Hintermauer parallel lag. Die Mittelaxe des Krene-Baues (allerdings nur mit einem Taschencompaß bestimmt) hat eine Orientirung von 28° Nordost; die Mauerflucht selbst nahezu 118°. Da die letztere Richtung nach Curtius Karten Blatt 3 die Richtung der Straße nach Eleusis ist, so ist die Möglichkeit vorhanden, daß in der Straße vor der Krene eine sehr alte Straßenrichtung, welche der Straße nach Eleusis parallel lief oder gar mit ihr zusammenfiel, überliefert ist.

Zu dieser Beobachtung gesellt sich noch in bestätigender Weise die doppelte Angabe bei Stuart, daß die Frontsäulen an der Pyle der Agora auf 28° 20′ Nordost und die entsprechenden an dem Hadrians-Gymnasium ebenfalls auf 28° 20′ (östlich von Norden) orientirt sind.[35]) Daher liegen die Hauptaxen beider Bauanlagen parallel und auf 118° 20′, also genau ebenso, wie ich in Athen die alte Mauerflucht unter der Stoa bestimmt habe. Diese Uebereinstimmung kann unmöglich Zufall sein. Man wird daher annehmen dürfen, daß die heilige Straße nach Eleusis parallel zu der Krenemauer und in einiger Entfernung von ihr vorbeigegangen ist und daß diese feststehende Richtung wieder die Veranlassung gewesen ist, um zuerst die römische Marktstraße mit ihrer Pyle parallel zu ordnen und zuletzt

35) Stuart. Deutsche Ausg. I, 47 und 174.

den Hadriansbau in paralleler Richtung unmittelbar daneben gleich einem architektonischen Axenpunkte aufzustellen.

Von entscheidender Wichtigkeit wäre es, wenn die Axe eines der beiden Stadtthore, die in Folge der neuesten Ausgrabungen an der Nordwestseite zu Tage getreten sind, in die Verlängerung der alten Strafse fiele. Bis auf einen gewissen Differenzwerth scheint das zuzutreffen. Da ich leider nicht Zeit gehabt habe, eine eigene Aufmessung der höchst interessanten aber nicht leicht analysirbaren Mauerzüge vorzunehmen, so lege ich den Plan, welchen Papadakis in der *ΠΡΑΚΤΙΚΑ* von 1873 mit gewohnter Sorgfalt veröffentlicht hat, zum Grunde und sehe, dafs das gröfsere nördliche Thor (in welchem ich aus mehrfachen Gründen das Dipylon erkenne) in seiner Axe auf ca. 135°, das kleinere südliche vorgeschobene auf ca. 115° 30′ orientirt ist. Das Letztere differirt daher in seiner Richtung nur um 2° 60′ bezw. um 3° von der oben betonten Orientirung der Strafse nach Eleusis. Ob nun die alte Strafse jenes Thor wirklich berührt oder durchschnitten hat, mufs weiterer Forschung an Ort und Stelle überlassen bleiben. Wäre dieser Nachweis möglich, so würde Plutarch's Unterscheidung des „heiligen Thores" vom Dipylon bestätigt werden[36]) und die weitere Annahme gestattet sein, dafs Pausanias weder durch das piräische Thor, noch durch das Dipylon, sondern durch das altehrwürdige „heilige Thor" eingetreten ist, welches dem Dipylon sehr nahe lag.

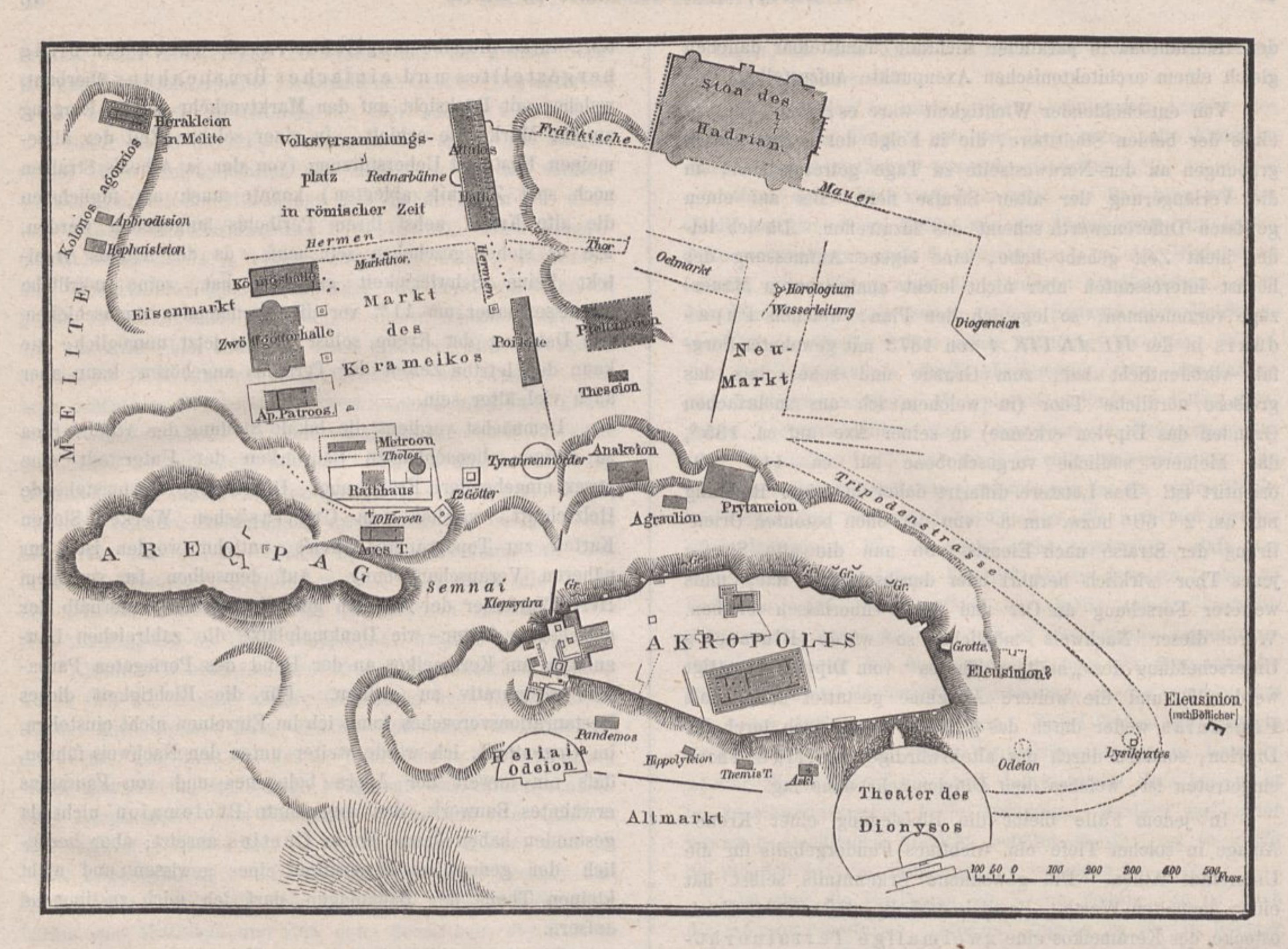
In jedem Falle bleibt die Blofslegung einer Krene-Anlage in solcher Tiefe ein wichtiges Fundergebnifs für die Unterstadt Athen. Die gewonnene Erkenntnifs selbst hat einen doppelten Werth. Erstlich deshalb, dafs an der Nordostecke des Kerameikos eine zweimalige Terrainerhöhung nachweisbar ist. Das Planum der hochalten Strafse lag $-4{,}_{60}$ m tief und wurde bei dem Bau der Brunnenstube erst auf $-2{,}_{70}$ m, dann bei dem Bau der Attalos-Stoa auf ± 0 erhoben, wenn in dieser Skala die Haupthorizontale durch das Agoraplanum dicht vor den drei Stoastufen gelegt wird. Zweitens deshalb, weil eine aus anstehendem Felsen hervortretende Quelle von der ältesten Zeit bis zur Gegenwart trotz aller Terrainveränderungen baulich conservirt worden ist.

So wichtig für die Baugeschichte der Stadt Athen es wäre, so läfst sich doch eine gesicherte chronologische Bestimmung für die alten Reste unter der Attalos-Stoa nicht geben. Aber die nahe liegende Vermuthung darf gewagt werden, dafs der Bau der in derber und ökonomischer Weise aus Piräusquadern hergestellten Brunnenstube der themistokleischen Epoche gleich nach der Rückkehr von Salamis angehört, also einer Zeit, wo es vor allem darauf ankam, bei nothdürftig geretteter Existenz das Wichtigste in der Heimath, die Quellen und Leitungen zuerst wieder in Stand zu setzen oder zu sichern. Gerade damals mufsten auch colossale Planirungsarbeiten vorgenommen werden, da der ganze Brandschutt aus der persischen Invasion entweder weithin zu entfernen oder in nächster Nähe auf die tieferen Terrains zu vertheilen war. Daher stammt wohl die erste Terrainerhöhung von $1{,}_{90}$ m aus dieser Zeit. Weil aber jene Anschüttungsarbeiten die Existenz der Quelle bedrohten, wurde dieselbe möglichst rasch durch ein billig hergestelltes und einfaches Brunnenhaus überbaut, welches mit Rücksicht auf den Marktverkehr seinen Eingang an der Marktseite erhielt. In einer solchen Zeit der allgemeinen Hast und Ueberstürzung (von der ja Athen's Strafsen noch spät Zeugnifs ablegten) konnte auch am füglichsten die alte Krene nebst ihrem Peribolus aufgegeben werden, wie es sicher geschehen sein mufs, da des Attalos Architekt keine Schwierigkeit gefunden hat, seine nördliche Terrassenmauer um 11 m vor die Krenemauer vorzuschieben. Die Datirung der Krene selbst ist für jetzt unmöglich; sie kann den letzten Zeiten der Tyrannis angehören, kann aber auch viel älter sein.

Demnächst verdient die lokale Stellung der Attalos-Stoa zu einigen benachbarten Bauwerken der Unterstadt eine etwas eingehendere Erörterung. Dabei diene der umstehende Holzschnitt, welcher dem Curtius'schen Werke: Sieben Karten zur Topographie Athen's, entlehnt worden ist, zur näheren Veranschaulichung. Auf demselben ist von dem Herrn Varfasser der Versuch gemacht worden, innerhalb der gesicherten Natur- wie Denkmalplätze die zahlreichen Bauanlagen am Kerameikos an der Hand des Periegeten Pausanias restaurativ zu ordnen. Für die Richtigkeit dieses Restaurationsversuches kann ich im Einzelnen nicht einstehen, im Gegentheil, ich werde weiter unten den Nachweis führen, dafs ein unweit der Agora belegenes und von Pausanias erwähntes Bauwerk, das sogenannte Ptolemaion nicht da gestanden haben kann, wo es Curtius ansetzt; aber bezüglich der generellen Disposition eines gewissen und nicht kleinen Theils der Bauanlagen darf ich mich zustimmend äufsern.

Die Agora bildete, wie der Holzschnitt annäherungsweise darstellt, ein mittelbreites aber sehr langes Oblong in der Richtung von Süden nach Norden. Die kurze Südseite hatte die Natur in dem niedrigen Sattel zwischen den beiden Felshöhen Akropolis und Areopagos gegeben. Die nördliche, in die Unterstadt verfliefsende und deshalb früher ganz unbestimmbare Begrenzung ist jetzt durch die Nordquerwand der Attalos-Stoa an der einen Ecke (Nordost) fixirt worden. Wenn man die grofse Länge der hinten durchweg geschlossenen Stoa berücksichtigt und die Hauptbedingung jeder zweckmäfsigen Marktsituation: möglichst viel Communication nach den Seiten hin, erwägt, so wird man zu der Annahme gedrängt, dafs sowohl an der Nord- wie Südseite der Stoa Strafsen vorbeigehen mufsten. Und zwar unmittelbar nördlich von der Stoa eine Hauptstrafse, welche von Westen her, von dem tief belegenen Dipylon heraufkommend, die nördliche Marktseite streifte und nach Osten auf das Hadrians-Gymnasium losging. Für diese Annahme spricht zunächst die Existenz jener hochalten, oben näher besprochenen Strafse unter dem Nordende der Stoa, welche höchst wahrscheinlich die in die Stadt geführte Fortsetzung der Strafse nach Eleusis war. Sodann die doppelte Thatsache, 1) dafs der Peribolus des Hadriansbaues mit seiner Front nach Nordwesten d. h. nach dem Dipylon gerichtet ist, und 2) dafs die Propyläenanlage in dieser Front der Axe der Eleusis-Strafse parallel steht. Gewifs hatte der ebenso ruhmsüchtige wie bauerfahrene Herrscher diesen hervorragenden Standplatz mit weiser Vorausberechnung der späteren Totalwirkung für seine neue Schöpfung gewählt, da er hier im Nordwesten der Stadt nicht wie

36) Wachsmuth l. c. 192; schon früher betont von Leake D. A. 167.



an der Südostseite durch heilige Naturmale und einen begonnenen Tempelbau in der Wahl des Bauplatzes gebunden war. Ebenso darf man aus der Axenorientirung des sogenannten Neumarktes oder Oelmarktes mit der Pyle der Agora im Westen und dem Wasseruhrthurm des Andronikus im Osten den sicheren Schluſs ziehen, daſs dieser Neumarkt mit der alten Agora durch eine Straſse verbunden war, welche an der Südseite der Attalos-Stoa (dicht neben der Treppe) beginnend, den hier vorhandenen niedrigen Hügelausläufer überstieg und sehr bald das stattliche, der Athena geweihte Thor erreichte, welches wieder propyläenartig die Front auch dieser Gesammtanlage bezeichnete. Daſs alsdann zwischen den beiden Propyläen eine nordsüdliche Verbindungsstraſse existirt hat, ist eine naheliegende architektonische Voraussetzung, welcher schon Stuart in seinem Situationsplane Ausdruck gegeben hat.

Da nun die Attalos-Stoa einen erheblichen, nämlich den dritten Theil der langen Ostseite der Agora eingenommen hat, so fragt sich, was ihr an der Westseite gegenüber stand? Meiner Ansicht nach das Ptolemaios-Gymnasium, wenn auch nicht direct am Markte, sondern in zweiter Linie hinter den üblichen Hallenbauten. Daſs dasselbe westlich von der Attalos-Stoa und zwar westlich von der südlichen Hälfte derselben gelegen hat, scheint mir dadurch gesichert, daſs eine ganz seltene Fülle von Epheben- und Kosmeten-Inschriften, der Kopf des Juba u. A. hier dicht zusammengedrängt vorgefunden ist,[37]) auch die schon im vorigen Jahrhundert bekannt gewordene Inschrift auf den Ptolemaios von dieser Stelle stammt. Ich erinnere überdies daran, daſs die vorgeschobenen fränkischen Thürme vor der Gemächerflucht der Stoa mit Sicherheit darauf hinweisen, daſs die zu vertheidigende Angriffsfront im Westen lag; daſs also die westliche Marktseite bei Anlage der Befestigung von allen aufrecht stehenden Bautrümmern geklärt werden muſste, um dem etwaigen Angreifer jedes Deckungsmittel oder jeden Einnistungspunkt von vornherein zu entziehen. Nur was sehr tief stand oder sehr dünn und durchsichtig war, wie z. B. die Giganten, durfte geschont werden und wurde, wie die älteste Stadtbeschreibung lehrt, wirklich geschont.[38]) Mochte daher zur Zeit des fränkischen Mauerbaues der Markt aussehen wie er wollte, alles was aufrecht stand, muſste fallen, um ein freies Glacis vor der Mauer und den Thürmen herstellen zu können.

Daher erklärt sich, ganz abgesehen von den Baustücken, welche die Stoa selbst lieferte, das wüste Chaos von Bautrümmern aller Art (Altarplinthengesimse, Bathronstufen, Statuenbasen, dorische Trommeln und Gebälke), das im Südtheile der Ausgrabung mit vieler Mühe auseinandergeräumt ist oder noch in den Thürmen beziehungsweise in der Erde steckt. Diese Bautrümmer, zum Theil von bedeutender Gröſse und Schwere, können nicht von der Ostseite hinter der Stoa stammen, weil sie entweder über die hohe Hintermauer der Stoa hätten hinweggehoben oder auf einem Umwege durch die Neumarktstraſse nach der Stoafront transportirt werden müssen. Das erste ist unmöglich, das letzte sehr

37) Vgl. Köhler im Arch. Anz. 1864. 298*; Pervanoglu im Arch. Anz. 1861. 170*; Kumanudes in ὕδω γεν. συνέλ. 1862. 7ff.

38) Wachsmuth l. c. 732. Anm. 3).

unwahrscheinlich, weil ja die fränkische Ringmauer das damals bewohnte und vertheidigungswerthe Athen schützen sollte. Wer also östlich hinter der Stoa safs, der wurde geborgen, der hütete sich aber, falls er in einer alten Ruine sich häuslich eingerichtet hatte, dieselbe wieder zu räumen. Ebensowenig hatte der Vertheidiger beziehungsweise der Baumeister der Festung ein Interesse, die östlich von der Stoa stehenden Ruinen anzutasten; ihm stand das von den alten Marktbauten herrührende Material westlich von der Stoa viel bequemer zu Gebote; denn alles was hier noch stand, mufste geräumt und rasirt werden. Jedes aus solchem Abbruche hervorgehende Quaderstück brauchte nur über den Markt gewälzt zu werden, um in der aufwachsenden Mauer und ihren Thürmen sofort zu verschwinden. Weil aber so zahllose Gymnasiums-Inschriften und sonstige Bruchstücke vor der Stoa und nicht hinter derselben gefunden worden sind und nur von Westen her dahin versetzt sein können, so mufs das Ptolemaion an der Westseite des Marktes und im engeren Sinne westlich hinter den Gebäuden, welche längs der Nordwestseite desselben standen, seinen Platz gehabt haben.[39]) Daher ist in dem Holzschnitte das Ptolemaion von dem Platze hinter der Stoa Poikile fortzunehmen und nach der Stelle gegenüber der Südhälfte der Attalos-Stoa jenseits der Hermenstrafse zu verlegen, wo hinreichendes und gut belegenes Terrain sich vorfindet.[40]) Diese Verlegung empfiehlt sich überdies durch eine Verbesserung des Unterstadtplanes, die man bisher übersehen hat. Nach dem Restaurationsversuche, den der Holzschnitt darstellt, liegen die drei im Innern der Stadt vorhandenen Gymnasien dreiecksartig so eng beisammen, dafs die Entfernungen der Seiten noch nicht 250^{m} betragen. Kommt das Ptolemaion dagegen hinter die Nordwestseite der Agora zu stehen, so erfolgt die wünschenswerthe Trennung der drei demselben Zwecke gewidmeten und daher gewifs nicht dicht nebeneinander gestandenen Bauanlagen. Dann erklärt es sich auch leicht, dafs Ptolemaios, der die Vorhand hatte, seinen Bauplatz in der nächsten Nähe der alten Agora, Diogenes[41]) den seinigen in möglichster Nähe des Neumarktes wählte, während Hadrian, beide Rücksichten vereinigend und zugleich die künstlerische Wirkung ins Auge fassend, das Terrain in möglichster Nähe der Eleusisstrafsen-Axe für seinen Prachtbau occupirte.

39) Ich weifs sehr wohl, dafs man, durch manche üble Erfahrung belehrt, im Allgemeinen abgeneigt ist, aus dem zufälligen Funde einer Inschrift, die eine Localbezeichnung trägt, eine topographische Fixirung herzuleiten und stimme dem vorsichtigen Vorwärtsschreiten bei der Behandlung topographischer Fragen auf solcher Basis unbedingt zu. Indessen liegt hier die Sache doch anders, da erstlich Massenfunde, einem und demselben Bauwerke entstammend, vorliegen, und zweitens die Art ihrer Verpflanzung durch den Thatbestand des Befestigungsbaues und seiner Eigenthümlichkeiten in bündigster Weise erklärt wird.

40) Wachsmuth l. c. 217 bezweifelt mit Unrecht die Angemessenheit jener an den Abhängen des Theseion belegenen Gegend für Gymnasiumszwecke.

41) Wachsmuth l. c. 631. Anm. 3 f. Ich halte Diogenes für den Stifter des Diogeneion; Wachsmuth ist anderer Ansicht.

Dafs die hier vorgeschlagene Ansetzung des Ptolemaion zu weiteren und nicht unwesentlich ändernden Combinationen für die topographische Behandlung der Unterstadt Veranlassung giebt, bedarf keines Beweises. Ich behalte mir eine specielle Erörterung der einschlägigen Fragen bei Gelegenheit der Veröffentlichung einer Arbeit über das Heracleion-Theseion in Melite vor, bei welcher auch die Frage über das Hermes-Gymnasium berührt werden soll.

Um aber zu zeigen, welche Aufschlüsse auch aus der Vergleichung der Terrainhöhen sich gewinnen lassen, wenn gesicherte Ausgangspunkte durch eigene Beobachtung gewonnen worden sind, sei noch eine kurze Schlufsbemerkung gestattet. Nach den barometrischen Höhenmessungen, welche Professor Jul. Schmidt, der allezeit bereite Förderer der Alterthumswissenschaft, mir im April d. J. mit gewohnter Güte gegeben hat, liegt die oberste Stufe der Attalos-Stoa $67,_{3}{}^{m}$ über dem Seespiegel, dagegen die Basis der Gigantenhalle westlich von der Stoa $61,_{4}{}^{m}$. Die Differenz der Fufsbodenhöhen beider Gebäude beträgt also $5,_{9}{}^{m}$ oder auf die Planumhöhe des Kerameikos bezogen, $4,_{75}{}^{m}$. Hieraus folgt, dafs das Planum der Agora, welches bei dem Bau der Attalos-Stoa bereits zum zweiten Male regulirt wurde, $4,_{75}{}^{m}$ über dem Fufsboden der Gigantenhalle zu liegen kam. Die Tieflage des letztgenannten Gebäudes ist um so bedeutungsvoller, als sie genau der Tieflage der alten Strafse unter der Attalos-Stoa entspricht. Bis zur Gigantenhalle oder dem Platze, auf welchem dieses Gebäude später errichtet wurde, ist also die Höherlegung des Terrains in der themistokleischen Zeit nicht vorgeschritten, sondern hat an der Westseite der Agora aufgehört, so dafs die hinter den Markthallen belegenen Innenterrains das alte Niveau behaupten konnten, bis sie bebaut wurden. Noch ungünstiger wurde dann die Tieflage dieser Innenterrains nach der zweiten Terrainerhöhung bei dem Bau der Attalos-Stoa, da man wohl annehmen kann, dafs das Marktplanum zwischen der Ostseite und der Westseite im Niveau oder angenäherten Niveau hergestellt wurde. Da nun trotzdem das Pflaster der Gigantenhalle seine Tieflage behauptet hat, so folgt, dafs das merkwürdige Gebäude, dessen geringe Fragmente wir in einem trostlos entstellten Restaurationsbau aus der letzten Epoche der antiken Baukunst vor uns sehen, älter sein mufs, als die Attalos-Stoa, ja dafs dasselbe mindestens bis in den Anfang des dritten Jahrhunderts hinaufreicht. Höchst wahrscheinlich ist der ursprüngliche Bau der Gigantenhalle eine dem Gymnasium des Ptolemaios hinzugefügte Festhalle gewesen, in welcher das Fest Ptolemaia für den König gefeiert wurde, nachdem er Eponym der Stadt geworden war. Daher der eigenartige Grundrifs, der an das ägyptische Prachtzelt des Fürsten erinnert, daher die Schlangenfüfsler selbst, zu deren Ehrenstellung er selbst erhoben war.

Berlin, im November 1874.

F. Adler.

Die Baudenkmale Umbriens.

(Fortsetzung.[1])

IX. Gubbio.

Der Kranz von Städten, welchen die vorangeschickten Abschnitte von Assisi bis Foligno gewidmet waren, lehnt sich, wie wir gesehen haben, innig an die südlichen und westlichen Abhänge des Monte Subasio an, die hier unmittelbar vom Gipfel des Berges in gleichmäfsiger Wölbung bis zur Ebene sich herniedersenken. Es ist die sonnige heitere Seite des eigenthümlich formlosen, doch aber durch seine gewaltig breit dahingestreckte Masse imposanten Gebirgsstocks, welche am Rande der spoletaner Ebene jenen Städten die herrlichste Lage gewährt. Anders gestaltet stellt sich der Berg gegen Osten und Norden dar. Steil und von Schluchten zerklüftet, fällt er hier als ein kahles Felsengebirge ab. Sein Fufs verliert sich in einem Gewirr niedriger bewaldeter Höhenzüge, die nach Osten rasch bis zu dem engen Topino-Thale hinabsteigen, nach Norden aber und mehr noch gegen Nord-Osten auf viele Meilen hinaus bis nahe an Città di Castello hin ein der Wald- und Ackerwirthschaft zugängliches Bergland bilden, gefurcht von zahllosen kleinen Thälern und in der Mitte durchschnitten von dem gewaltsam gewundenen Laufe des am hohen Appennin entspringenden Chiascio. Die Thäler, an welchen im Norden und Osten das soeben kurz geschilderte niedrigere Gebirge seine Grenzen findet, werden die Zielpunkte unserer nächsten Wanderungen sein. Wir vervollständigen hiermit unsere Kenntnifs des nördlichen Umbrien, dem wir bereits in S. Giustino und in Città di Castello einen Besuch abgestattet hatten. Unser Hauptziel ist das wichtige Gubbio. Auf dem Rückwege zu der wohlbekannten mittelumbrischen Ebene bietet sich Gelegenheit, in den kleineren Städten Gualdo Tadino und Nocera Umschau zu halten.

Die in der Richtung nach Ancona bei Foligno sich abzweigende Bahn tritt alsbald in das schmale Thal des Topino ein. Die zuvor weite Landschaft wird durch die von beiden Seiten herantretenden grünen Berggelände zu freundlicher Enge zusammengeschlossen. In dem geräumigen, von weifsen Kalksteingeschieben erfüllten, mit Pappeln und Erlen gesäumten Bette gräbt sich das Flüfschen bald hüben bald drüben die Rinne, in welcher zur Sommerzeit ein klarer grünlicher Wasserfaden hinabeilt. Im Winter mögen wilde, trübe Fluthen über die ganze Breite der Kiessohle rauschen, ja oftmals den niedrigen Uferrand überströmend über die nachbarlichen Felder dahinbrausen.

Jedes Fleckchen der schmalen Thalfläche ist sorgsam ausgenutzt. Wohlgepflegtes Ackerland, klein parzellirt; darauf jene Reihen niedriger Bäume mit dem Gespinst von Rebenranken in den gestutzten Wipfeln. Wo irgend es der Boden gestattete, greift der gleiche Anbau weit hinauf auf die Höhen der Hügel und Berge. Der Charakter der Landschaft ähnelt in Vielem den mitteldeutschen Gebirgsgegenden. Die Vegetation, abgesehen von Oelbaum und Rebe, erscheint wenig südländisch. Nur die hie und da aus dem Grün auftauchenden zerstreut liegenden grauen steinernen Häuser mit ihren flachen schweren Ziegeldächern prägen der Umgebung den echt italienischen Stempel auf. In seltenen Fällen zeigt sich eine kleine Ortschaft. Die Ansiedelungen haben sich ebenso wie die seitlich in einem Nebenthal versteckt liegende Stadt Nocera vorsichtig von der Thalsohle in die kleineren Seitenthäler zurückgezogen. Die Berge, so weit man sie von der Bahn aus überschauen kann, sind nicht von bedeutender Erhebung, mehr gefällig und weich in den Formen, als schroff und steinig. Ueberall, wo der Arbeit des Pfluges und der Hacke ein Ziel gesetzt war, überzieht die Abhänge ein prächtig grüner Eichenschmuck, der sich oft zu Wald verdichtet, oft wieder in lockere, frei entwickelte Baumgruppen sich auflöst. Ein nordisches Auge ergötzt sich an dem malerisch verwickelten, bizarren Geäst des vaterländischen Baumes, der einheimische Bauer dagegen erfreut sich des Gedeihens dieser stattlichen Bäume um der trefflichen Mast willen, die sie seinen borstigen Hausgenossen verheifsen.

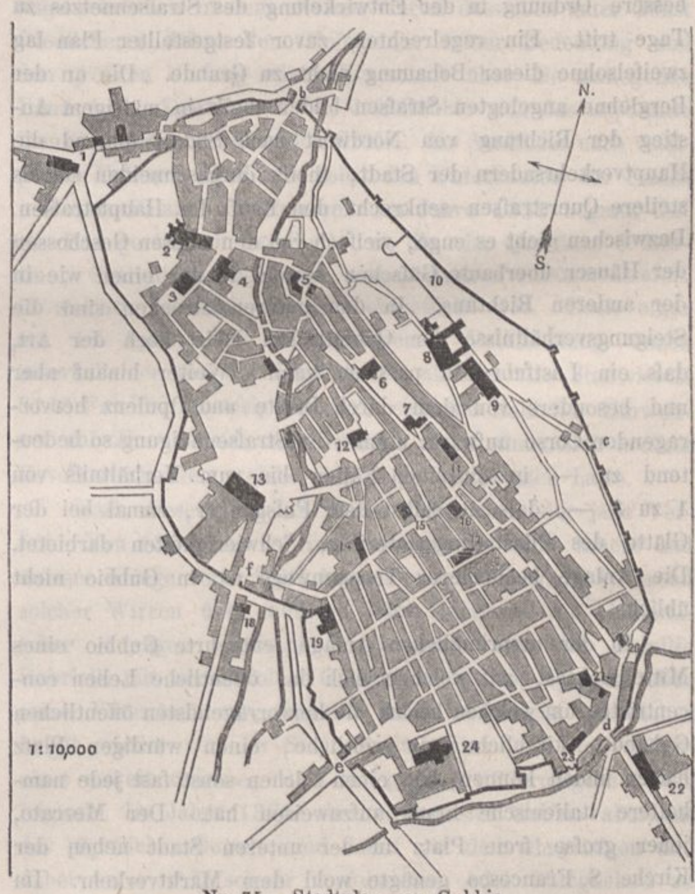
Einige Kilometer hinter Nocera nimmt die landschaftliche Scenerie wiederum eine andere grofsartigere Gestalt an. Nachdem die Hügel passirt sind, an welchen der Topino und seine ersten Zuflüsse entspringen, wird bald die Station Gualdo Tadino erreicht. Das Städtchen zeigt sich etwas seitwärts anmuthig hingestreckt auf einem Ausläufer des ostwärts jetzt zu bedeutender Höhe sich erhebenden Gebirges. Die Enge des Waldthales ist verschwunden. Wiederum befindet man sich in einer lachenden breiten Thalmulde, in der aus zahlreichen Bächen der Chiascio seine Gewässer an sich zieht. Der Blick aber gleitet flüchtig über den gewohnten Eindruck des fruchtbaren Flachlandes hinweg und haftet überrascht an den stolzen schönen Bergmassen des hohen Appennin, dessen Hauptkette, die Wasserscheide zwischen den beiden Italien umfassenden Meeren und zugleich die Grenze Umbriens, uns hier ganz nahe rückt. Das mächtige Kalksteingebirge, zuerst von Nocera bis über Gualdo Tadino hinaus von Süden nach Norden gestreckt, wendet sich weiterhin in schwachgekrümmter Bogenlinie fortschreitend nach Nordwesten, und rollt sich so vor den Augen des Beschauers übersichtlich zu einem herrlichen Landschaftsbilde auf. Das Grün des Thales umfafst noch mit Oelbaumpflanzungen und dunklem Eichenwald die unteren Abhänge der Bergcolosse, deren kahle steinige Gipfel röthlich goldbraun in der Sonne schimmern, wo die Gluth des Sommers das spärliche Kraut zwischen den Felstrümmern versengt und ringsum dürre Oede geschaffen hat. Klare blaue Schatten in den Schluchten furchen die ehrwürdigen verwetterten Häupter, welche bis an 1700 Meter die Meeresfläche überragen. Westlich bleibt das Gewirr niedrigerer bewaldeter und wohlbebauter Höhenzüge die Grenze des Thales. Der Anbau ist hier genau derselbe wie in der breiteren, kaum aber schöneren mittelumbrischen Ebene. Der gleiche Sinn für Ordnung drückt sich hier wie dort in den trefflichen Wegen, den sauberen Hecken und der sorgfältigen Zucht der Bäume aus.

Wir fahren an Gualdo Tadino vorbei, um zuvor Gubbio kennen zu lernen. Vergeblich schauen wir gen Nordwesten nach dem Nebenthale aus, welches dieses unser nächstes Zie

1) Siehe Jahrg. 1872. S. 35, 271 u. 449; desgl. Jahrg. 1873. S. 37 u. 165 u. fl.

bergen soll. Auf der folgenden Eisenbahnstation Fossato nimmt uns ein altmodisches Vetturingefährt auf und führt uns westwärts den freundlichen Hügeln entgegen, über welche hinaus zunächst der Blick nicht zu schweifen vermag. Bald jedoch gewahrt man, dafs hier der Chiascio eine zwar nur schmale Pforte gebrochen, und damit sich und den Menschen den natürlichen Eintritt geschaffen hat in das anmuthige Thal von Gubbio, welches zu Füfsen einer stattlichen Parallelkette des Hochappennins genau die Richtung von Südost nach Nordwest innehält, eine abgesonderte kleine Ebene drei Kilometer in der Breite, zwanzig in der Länge. Die gut unterhaltene Fahrstrafse zieht sich an dem steil ansteigenden nordöstlichen Thalrand in gerader Richtung gegen Gubbio hin. Nicht lange, und man gewahrt in der Ferne die stolze Stadt des Mittelalters, bewacht von dem hoch aufragenden herrlichen Stadthause, angeschmiegt an den steilen Absturz des ansehnlichen Felsengebirges, welches wie ein Wall gegen Nordosten im Winter die Gewalt der kalten Winde bricht, dagegen die erwärmenden Sonnenstrahlen sammelt und zurückstrahlt, so dafs hier die Landschaft ungeachtet der Nähe des Hochgebirges doch den Vorzug eines milden Klimas geniefst.

Wer ein reizvolleres und malerischeres mittelalterliches Städtebild finden will, als es Gubbio bei der Einfahrt in die untere Stadt durch die Porta Trasimeno vor Augen führt, mag lange in der Welt umhersuchen. Während der Annäherung an die Stadt, so lange wir dem längs der Berge sich erstreckenden Wege folgen mufsten, zeigte sich nur ein schmales Profilbild, in welchem bedeutsam der majestätische Palazzo Pubblico uns zugrüfste. Jetzt fassen wir das Bild in der Front. Wir überblicken das von tief eingerissenen Schluchten in einzelne Kuppen zerspaltene Gebirge. Die Häupter kahl wie die der gröfseren hier nicht sichtbaren Nachbarberge im Norden; bisweilen ein wilder Felsabsturz und lang gezogene Wasserrisse. Tiefer unten ein durchsichtiges Kleid stämmiger Eichen und flimmeriger Oliven; zuletzt, wo die Ebene anschliefst, das dichte Grün der Gärten. Am Fufse einer der wie zu einem einzelnen Berge abgelösten Gebirgsmassen, umfafst von dem Lauf zweier den nächsten Schluchten entströmender Giefsbäche, baut sich unsere Stadt terrassenförmig bergan. Vor uns breitet sich der grofse nebst einem nicht unbeträchtlichen Theile der Stadt noch der Ebene angehörige Messplatz, il mercato, aus. Daran liegt die Kirche S. Francesco, deren reicher Chorschlufs das von uns zu schildernde Bild zur Linken begrenzt. Die Mitte desselben nimmt das Gewirr der alten Häuser und der flachen Dächer ein, dem sich der schroffe unbebaubare Felsabhang unmittelbar als Hintergrund anschliefst. In grofsem Bogen umgürtet der Zug der Stadtmauern und Wartthürme die graue Masse der Häuser, hinanklimmend an der jähen Bergwand und in kecken Absätzen wieder zum Thale zurückkehrend. Der Kirchthürme zählt man nur wenige, dagegen manch einen jener trotzigen geschlossenen Thürme, wie sie der mittelalterliche Adel seinem städtischen Wohnsitze beizufügen pflegte. Man erkennt, wie in Gubbio das bürgerliche und weltliche Element dem geistlichen den Rang abgelaufen. Unverwandt aber haftet endlich das Auge an der höchsten Zierde der Stadt, dem Wahrzeichen eines grofsherzigen Bürgersinnes, dem mächtig aufragenden Stadthause. In Mitten der Stadt auf riesigem Terrassenbau hoch über alle Dächer erhaben steigt der zinnengekrönte, vom Alter geschwärzte Palast empor, überragt von dem kühnen Bau eines Campanile. Weit über seine wahren Dimensionen grofs und fast wie in übermüthiger Vermessenheit hinaufgebaut zu schwindelnder Höhe, wacht das prächtige Denkmal mittelalterlicher Thatkraft wie ein Schutzgeist über der Stadt. Man denke sich dieses phantastische Bild überströmt von dem Glanz der Abendsonne, welche die breiten, mit dem Zickzack eines mühsam zum hochgelegenen Kloster ansteigenden Weges gezeichneten Felswände und die runden Kuppen des Gebirgs mit rosiger Gluth färbt, und man wird begreifen, mit welcher Begeisterung, zugleich mit welcher Begierde des Forschens ein Diener der Baukunst in solch eine Stadt eintritt.



Nr. 75. Stadtplan von Gubbio.

1.	S. Benedetto.	13.	S. Francesco.
2.	S. Martino.	14.	S. Spirito.
3.	Palazzo Pamfili.	15.	Casa Accoromboni.
4.	Palazzo Beni.	16.	Palazzo della Porta.
5.	Municipio vecchio.	17.	S. Maria de' Servi.
6.	Palazzo de' Consoli.	18.	Chiesa dello spedalicchio.
7.	Palazzo della Pretura.	19.	Casa Balducci.
8.	Palazzo Ducale.	20.	S. Marziale.
9.	Duomo S. Ubaldo.	21.	S. Maria nuova.
10.	Rocca.	22.	S. Agostino.
11.	Casa Camilletti.	23.	S. Trinità.
12.	S. Giovanni.	24.	S. Pietro.

Betrachten wir jetzt im Einzelnen die Anlage der Stadt, wie sie durch den Plan in Nr. 75 veranschaulicht wird.

Aus dem malerischen Felsenthale zwischen dem Monte Foggio und dem Monte Ingino bricht ein Bach hervor, dessen von Norden nach Süden gerichteter Lauf die Stadt Gubbio in zwei Theile trennt. Das nördliche Ende der Stadt zunächst der Porta Metauro (*b* in Nr. 75) sperrt die Oeffnung jener Schlucht ab, und nimmt aus derselben neben dem Bache auch die wichtige nach Scheggia und weiterhin nach Urbino

und Pesaro führende Bergstrafse auf. So lange der hier in das gubbiner Thal eintretende Bach der Stadt selbst angehört, schmiegt er sich noch dem Fufse des Monte Ingino an, und so bildet er eine scharfe Grenze zwischen dem kleineren bereits flach in der Ebene sich ausbreitenden westlichen Stadttheile und der gröfseren östlichen Hauptmasse der Stadt, welche sich staffelförmig am steilen Südwestabhange des Gebirgs hinaufbaut. Es ist für Gubbio, als eine mittelalterliche Stadt, eine beachtenswerthe Eigenthümlichkeit, dafs gerade da, wo ein bequemes flaches Terrain für eine geregelte Bebauung vollste Freiheit liefs, die Strafsen, Plätze und Gassen das wunderlichste Durcheinander bilden, wohingegen es gerade die Abschüssigkeit des Bodens mit sich brachte, dafs in dem gröfseren Stadttheile eine bessere Ordnung in der Entwickelung des Strafsennetzes zu Tage tritt. Ein regelrechter, zuvor festgestellter Plan lag zweifelsohne dieser Bebauung nicht zu Grunde. Die an der Berglehne angelegten Strafsen bilden theils in mäfsigem Anstieg der Richtung von Nordwest nach Südost folgend die Hauptverkehrsadern der Stadt, theils durchschneiden sie als steilere Querstrafsen senkrecht den Lauf der Hauptstrafsen. Dazwischen giebt es enge, vielfach von den oberen Geschossen der Häuser überbaute Gäfschen sowohl in der einen wie in der anderen Richtung. In den unteren Strecken sind die Steigungsverhältnisse der Querstrafsen meist noch der Art, dafs ein Lastfuhrwerk passiren kann. Weiter hinauf aber und besonders von dem durch Breite und Opulenz hervorragenden Corso aufwärts nimmt die Strafsenneigung so bedeutend zu — in einzelnen Fällen bis zum Verhältnifs von 1 zu 3 —, dafs sie selbst dem Fufsgänger, zumal bei der Glätte des Pflasterungsmaterials, Schwierigkeiten darbietet. Die Anlage bequemerer Treppenwege ist in Gubbio nicht üblich.

In der ursprünglichen Anlage entbehrte Gubbio eines Mittelpunktes, auf welchem sich das öffentliche Leben concentrirte, um welchen herum die hervorragendsten öffentlichen Gebäude, kirchliche wie weltliche, einen würdigen Platz hätten finden können, wie einen solchen sonst fast jede namhaftere italienische Stadt aufzuweisen hat. Der Mercato, jener grofse freie Platz in der unteren Stadt neben der Kirche S. Francesco genügte wohl dem Marktverkehr. Im Uebrigen mag die Bodengestaltung der gleichsam aus sich selbst sich entwickelnden Bildung einer „Piazza“ widerstrebt haben. Es bedurfte eines gewaltig schöpferischen Geistes eines energischen Mannes, der, gestützt auf das stolze Selbstbewufstsein der freien und reichen Bürgerschaft seiner Vaterstadt, selbst vor dem kühnsten Wagnifs nicht zurückschreckte. Dieser Mann fand sich in der ersten Hälfte des 14ten Jahrhunderts in dem Baumeister Gatapone aus Gubbio, dessen genialer Erfindungskraft seine Geburtsstadt die Anlage der Piazza mit dem Palazzo de' Consoli und dem Gerichtsgebäude verdankt. Von dieser grofsartigen Bauunternehmung handeln wir bald ausführlicher.

Im Uebrigen vertheilen sich die zahlreichen kirchlichen Bauwerke, zumeist Gebäude von geringer Bedeutung, gleichmäfsig über die ganze Stadt; einige derselben sind auch dicht vor die Thore gerückt.

Die alte Stadtbefestigung, welche trotz vieler späterer Reparaturbauten jetzt dem allmäligen Verfalle entgegengeht, ist mit ihren Vertheidigungsthürmen noch rings um die Stadt erhalten. Es tragen die grauen Mauern, besonders wo sie auf den jähen Abhängen des Monte Ingino entlang klettern, wesentlich zu dem malerischen Eindruck der Stadt bei, grofses Vertrauen auf ihre einstige Widerstandskraft vermögen sie indessen nicht zu erwecken. Sie scheinen mehr in der Absicht erbaut zu sein, um einen unvorhergesehenen Anprall der Feinde abweisen zu können. Die Lage der Stadt am Fufse eines durchaus dominirenden Berges ist auch die ungünstigste, die sich denken läfst. So begreift es sich leicht, dafs Gubbio, wie die Chroniken berichten, während der mittelalterlichen Fehden und später zu öfteren Malen in die Hände der Angreifer fiel.

Von den sechs Thoren der Stadt, welche noch heutigen Tages dem Verkehr offen stehen, sind jetzt doch nur drei von Belang, nämlich die Porta S. Lucia (*a* in Nr. 75), von der die Strafse nach Città di Castello ihren Ausgang nimmt, ferner die Porta Metauro (*b*), welche der gesammte nach den nördlichen Gebirgsgegenden gehende Verkehr passirt, und endlich als die wichtigste die Porta Trasimeno (*f*). Bei dieser erreicht erstlich die peruginer Landstrafse die Stadt, aufserdem hat aber dieses Thor auch allen Verkehr an sich gezogen, welcher zwischen Gubbio und den Eisenbahnstationen Fossato und Gualdo Taddino stattfindet. Der letztere ging früher zweifelsohne durch die Porta Romano (*d* in Nr. 75). Da aber die Landstrafse nach Gualdo in der letzten Strecke vor diesem Thore eine beträchtliche Steigung zu überwinden hat, so erzwang der nach Eröffnung der Eisenbahn in dieser Richtung besonders lebhaft gewordene Verkehr die Anlage einer bequemeren, in der Ebene fortgeführten Verbindungsstrafse nach der Porta Trasimeno. Als eine ansehnliche, mit Baumreihen bepflanzte Promenade zweigt sich dieselbe in einiger Entfernung vor der Stadt von der alten zur Porta Romana hinaufführenden Landstrafse ab, und erreicht, an dem südlichen Theile der Stadtmauer entlangstreifend, zunächst die unbedeutende Porta Vittoria (*e* in Nr. 75) und weiterhin die Porta Trasimeno. Die Porta S. Ubaldo (*c* in Nr. 75) öffnet sich nur nach der steilen Bergwand des Monte Ingino, zu dessen Gipfel von hier aus ein neu angelegter Weg führt.

Die sonstige Physiognomie Gubbio's werden wir am besten nach und nach bei der Schilderung der öffentlichen Gebäude, so wie des allgemeinen Charakters der Privatarchitektur kennen lernen.

Nur in seltenen Fällen halte ich es für angemessen, den Abhandlungen über die einzelnen umbrischen Städte einen in flüchtigen Umrifslinien gehaltenen Abrifs ihrer eigensten geschichtlichen Schicksale voranzustellen. Denn da ich aus den Quellen selbst die erforderlichen Daten aus begreiflichen Gründen nicht zu schöpfen vermag, so bleibt mir nur eine oberflächliche und damit werthlose auszügliche Darstellung nach solchen Schriften Anderer übrig, deren blofse Namhaftmachung für diejenigen Leser, welche ein besonderes Interesse tiefer einzudringen treibt, genügen wird. Hinsichtlich Gubbio's, glaube ich indessen, wird es rathsam sein, eine Ausnahme zu machen, weil für die Entstehung der beiden wichtigsten Baudenkmale, des Stadthauses und des Palastes der Herzöge von Urbino, die geschichtlichen Wechselfälle vom unmittelbarsten Einflufs waren.

Mein Gewährsmann für die nachstehenden Mittheilungen ist ein Probst Rinaldo Reposati, welcher im Jahre 1772 ein Buch in Bologna erscheinen liefs mit dem wunderlichen Titel:

Della Lecca di Gubbio e delle geste de' conti e duchi di Urbino. In den zwischen seine numismatischen Untersuchungen eingeschobenen geschichtlichen Abschnitten giebt er eine Uebersicht der Entwickelung seiner Vaterstadt bis auf seine Zeit. Er beginnt mit der vorrömischen Epoche, wobei die hochberühmten eugubinischen Tafeln Erwähnung finden, und macht alsdann geltend, dafs Gubbio, im Alterthum Iguvium genannt, durch freiwillige Unterwerfung unter den Willen des republikanischen Roms früher als die Mehrzahl der anderen umbrischen Städte römisches Bürgerrecht erworben habe. Unter den Wirren der späteren römischen Kaiserzeit, und unter der Longobardenherrschaft ging dann die städtische Freiheit verloren und ward erst am Ende des 8ten Jahrhunderts zur Zeit Papst Leo's III wiedergewonnen, worauf sie sechs Jahrhunderte hindurch aufrecht erhalten blieb. Die Oberhoheit der Päpste erkannte zwar Gubbio principiell stets an, und es sind noch in den fast vollständigen Archiven der Stadt kaiserliche Urkunden vorhanden, welche dieses Verhältnifs bestätigen. So von Kaiser Otto aus dem Jahre 962. Die Verwaltung war aber eine selbstständig republikanische, ja zu Zeiten so gänzlich unbeschränkt, dafs 1112 Papst Paschalis II dem Kaiser Heinrich V klagen mufs, Gubbio sammt anderen Städten sei ihm nicht mehr botmäfsig. Zur Zeit Friedrich Rothbart's bestand die Stadt thatsächlich in vollster Freiheit und in hoher Blüthe. Damals war es, dafs der als Ortsheiliger gefeierte S. Ubaldo den bischöflichen Stuhl von Gubbio inne hatte. In den Kriegen zwischen Kaiser und Papst mufste das im Allgemeinen immer gut welfische Gubbio je nach dem Wechsel des Kriegsglücks bald den einen bald den andern als Herrn anerkennen, doch wufsten die städtischen Bevollmächtigten meistens so klug zu unterhandeln, dafs der communalen Selbstständigkeit wenig Abbruch geschah. So zog einst Kaiser Friedrich mit Heeresmacht gegen die Stadt und, da ein bewaffnetes Trotzbieten keinen Erfolg verhiefs, bot man Unterwerfung an. Durch die gewichtige Fürbitte des Bischofs S. Ubaldo kam es zu einem noch im Original erhaltenen Vertrage, in welchem Gubbio seine Freiheiten und die Herrschaft über fünfzehn umliegende Ortschaften bestätigt erhielt gegen einen direct an den Kaiser oder dessen Legaten zu entrichtenden Tribut von einmal 100 lire di moneta di Lucca und weiteren 60 lire jährlich. Das interessante Document trägt das Datum: VI Idus Novembris Anno 1163. Unter Heinrich VI, Friedrich's Nachfolger, schüttelten die Eugubiner aber auch dieses leichte Joch auf kurze Zeit wieder ab, indem sie die kaiserliche Besatzung vertrieben und die Veste über der Stadt zerstörten. Den Kaiser müssen damals wichtigere Angelegenheiten von einer ernsthaften Züchtigung der kühnen Republikaner abgehalten haben. Denn gegen das abermalige Versprechen eines Jahrestributs von 100 lire di Lucca ohne jede weitere Einschränkung erhielt Gubbio im Jahre 1191 laut eines im Stadtarchive aufbewahrten Diploms die Verzeihung des Kaisers. Andere Urkunden, bald vom Papst bald vom Kaiser ausgefertigt, durch welche Gubbio in gewissem Landbesitz und sonstigen Privilegien bestätigt wird, legen Zeugnifs von dem häufigen Wechsel in dem Oberhoheitsverhältnisse ab, wodurch jedoch die andauernd wachsende Bedeutung der Stadt nicht gelitten zu haben scheint.

Als nach Friedrich's II Tode Gubbio wieder den Päpsten zufiel und eine längere Zeit des Friedens angebahnt schien, begann alsbald die unruhige Kraft der Bevölkerung in inneren Streitigkeiten zwischen dem unteren Volke und dem Adel sich zu äufsern, weil der letztere die Ernennung des Podestà aus seiner Mitte sich angeeignet hatte. 1255 erzwingt ein Volksaufstand die Annahme der Bestimmung, dafs zu Amt und Würden des Podestà nur ein Fremder berufen werden dürfe, und zugleich wird als Beschützer der Rechte des Volkes den Anmaafsungen des Adels gegenüber ebenfalls ein Auswärtiger zum Capitano del popolo ernannt. Es hören indessen die inneren Zwistigkeiten damit nicht auf. Die Partei der Ghibellinen liegt mit den Welfen in beständigem Streit und häufig gesellen sich noch äufsere Fehden hinzu. Die Stadt aber wächst dabei doch stetig an Gröfse und Ansehen bis weit in das 14te Jahrhundert hinein und erreicht augenscheinlich in dem zweiten Viertel desselben unter Gunst friedlicherer Jahre den Gipfelpunkt seiner Bedeutung und den gröfsten Umfang seiner Herrschaft über die umliegende Landschaft. Damals war es, dafs Gubbio sich das imposante Denkmal seiner communalen Gröfse, das Stadthaus nach Gatapone's Entwurf errichtete nebst den Unterbauten der Piazza und dem Palazzo del Pretore. Im Jahre 1332 begann dieser Bau gerade an der Stelle, wo die vier Quartiere S. Martino, S. Giuliano, S. Pietro und S. Andrea zusammentrafen, in welche die Stadt ehemals eingetheilt war. Nach einer am 18. April 1345 vorgenommenen Volkszählung waren innerhalb der von der Ringmauer umfafsten vier Stadtviertel 5146 Familien ansäfsig, wonach sich die Zahl der Einwohner auf 25—30000 schätzen läfst, die muthmafslich höchste Bevölkerungsziffer, welche Gubbio je aufzuweisen hatte.

Nach dieser Zeit der Blüthe folgt rasch der jähe Verfall. Von 1350 an ist Gubbio wieder in wilde innere und äufsere Kriege verwickelt, besonders mit Perugia. Während solcher Wirren übte mehrere Jahre hindurch ein einheimischer Adeliger Giovanni di Cantuccio aus der Familie Gabrielli mit wechselndem Glück eine Art von Tyrannis über seine Vaterstadt aus, bis im Jahre 1354 ein päpstlicher Legat wieder von der Stadt Besitz nahm und die Verhältnisse soweit ordnete, dafs bis gegen 1370 ruhigere Zeiten folgten. Im Jahre 1376 aber entzog sich Gubbio abermals der päpstlichen Gewalt, und damit war dem ehrgeizigen und dabei unter sich schwer verfeindeten Adel Gelegenheit zu neuen Umtrieben und Unruhen gegeben, in welche auch der Bischof Gabriele aus der ebengenannten Familie der Gabrielli, eine anmaafsende und ränkesüchtige Persönlichkeit, sich einzumischen wufste, indem er sich den Titel eines päpstlichen Legaten beilegte. So gestalteten sich die städtischen Zustände von Jahr zu Jahr zu immer unhaltbareren, und eine Katastrophe mufste über dieses entnervte Gemeinwesen hereinbrechen. Es war im Jahre 1384, dafs Gubbio um seine städtische Selbstständigkeit im wahrsten Sinne des Wortes betrogen wurde, indem es verrätherischer Weise einem fremden Machthaber, dem Grafen Antonio di Montefeltre e di Urbino in die Hände gespielt ward, um nie wieder frei über seine Geschicke verfügen zu können.

Das Geschlecht der Montefeltre, über dessen Herkunft sehr getheilte Ansichten bestehen, war erst im 13ten Jahrhundert in den Besitz von Urbino gelangt. Ein Mitglied der stets gut kaiserlich gesinnten Familie Buonconti di Montefeltre machte sich im Jahre 1234 zum Herren jener Stadt und nahm danach den Titel eines Conte di Urbino an, den seine Nach-

kommen beibehielten. Berühmte Condottieri sind dem Stamme der Montefeltre entsprossen, so Guido I, in der Reihe der Grafen von Urbino der Dritte, und von 1251 — 1296 das Haupt seines Geschlechtes, und dessen Sohn Federigo I. Dieser letztere kam zuerst mit Gubbio in unmittelbare Berührung. Von aufständischen Eugubinern zu ihrem Schutze herbeigerufen, jagte er am 23. Mai 1300, vereint mit anderen ghibellinischen Parteiführern, die Guelfen aus Gubbio hinaus, mufste aber, da die Vertriebenen bald durch päpstliche und peruginer Hilfe verstärkt zurückkehrten, schon nach Ablauf eines Monats die Stadt wieder räumen. Unter Nolfo di Montefeltre, 1322 — 1359 Graf von Urbino, und unter dessen Sohn Federigo II büfsten die Montefeltre vorübergehend ihren gesammten Besitz und so auch Urbino ein, das unter päpstliche Gewalt kam. Erst in den siebenziger Jahren des 14ten Jahrhunderts wufste der siebente Graf von Urbino, Antonio I, die zwischen dem Papste und Florenz ausgebrochenen Zwistigkeiten so geschickt zu benutzen, dafs er sich wieder in den Besitz aller der Städte setzte, die seiner Familie entrissen waren; ja er breitete seine Macht noch weiter aus, denn er war es, der die Herrschaft über Gubbio dauernd gewann, als diese Stadt die Anmaafsungen ihres Bischofes Gabriele länger nicht zu ertragen vermochte.

Aufser den inneren Streitigkeiten brachte im Jahre 1383 eine Theuerung die Einwohnerschaft Gubbio's in das tiefste Elend und eine grenzenlose Verwirrung in alle Zweige der Verwaltung. So konnte es geschehen, dafs durch Betrug an Stelle derjenigen Briefe, welche nach einem Rathsbeschlusse einen einheimischen Edelmann, den Francesco Gabrielli an die Spitze der Stadt berufen sollten, heimlich von dem diesem Plane feindlichen Bürgermeister andere Briefe untergeschoben wurden und das amtliche Siegel aufgedrückt erhielten, welche dem Grafen Antonio die Gewalt über die Stadt antrugen. Diesen Betrug führte der Sindaco Francesco de' Carnevali mit solcher Energie und Klugheit durch, dafs schliefslich der überrumpelte schwache Stadtrath die mit Antonio di Montefeltre getroffenen Abmachungen am 30. März 1384 sanctionirte und den Grafen von Urbino zum Governatore von Gubbio ausrief. Am 31. März schon hielt Antonio als Gebieter seinen festlichen Einzug an der Spitze von 2000 Mann Fufsvolk und 400 Reitern. Der Glanz des Auftretens blendete das Volk, dessen Gunst der neue Machthaber zugleich durch reichliche Spenden von Lebensmitteln zu gewinnen verstand.

Sein Besitz bleibt freilich nicht unangefochten, allein es gelingt ihm, denselben trotz innerer Verschwörungen und äufserer Kriege durch Klugheit und Tapferkeit zu behaupten. Eine weitere Stütze schafft er sich durch doppelte Verschwägerung mit den Malatesta von Rimini.

Nach dem Tode des Antonio im Jahre 1403 oder 1404 — das Datum ist streitig — folgt die nicht minder ruhmvolle aber auch nicht minder unruhige Regierung des Guid' Antonio. Dieser hatte von seiner rechtmäfsigen Gemahlin Rengarda Malatesta keine Söhne. Doch ward ihm am 7. Juni 1422 in Gubbio ein illegitimer Sohn geboren, der nachmalige berühmte Herzog Federigo di Montefeltre. Der Vater adoptirte ihn sogleich als ebenbürtig und wenige Jahre darauf, 1426, bestätigte ein Privilegium des Papstes Martin V die volle Legitimität des Kindes. „Zwei Jahre nach der Geburt", erzählt Reposati, „liefs Guid' Antonio den Federigo nach Urbino bringen, und behielt ihn bei sich, liefs ihn wie seinen Sohn erziehen, und unterwies ihn mit immer gleicher Liebe in allen Tugenden, die sich für einen Fürsten ziemen, obgleich seine zweite Gattin Caterina Colonna inzwischen, 1426, dem Grafen Odd' Antonio das Leben gegeben." Schon als sechzehnjähriger Jüngling gewann Federigo selbstständig in den Kämpfen seines Vaters mit den Malatesta Kriegsruhm. Als Guid' Antonio am 21. Februar 1443 starb, bestimmte er seinen ehelichen Sohn Odd' Antonio zu seinem Nachfolger und, falls dieser kinderlos stürbe, den Federigo.

Odd' Antonio's Herrschaft war in der That nur von sehr kurzer Dauer, doch erwarb er zuerst den Herzogstitel, indem Papst Eugen IV, bestochen durch die Schönheit des geistreichen Jünglings, denselben zum Herzog von Urbino ernannte. Diese Rangerhöhung wurde in Rom mit einem umständlichen Ceremoniell in Scene gesetzt, welches Aeneas Silvius Piccolomini, der nachmalige Papst Pius II, in seinen „istorie" beschrieben hat. Aber nur wenige Monate hindurch erfreute sich der jugendliche Herzog des neuen Glanzes, denn von Natur leichtsinnig und von hinterlistigen Rathgebern verführt und verdorben, macht er sich seinen Unterthanen in kürzester Frist so verhafst, dafs er am 22. Juli 1444 ermordet ward.

Hierdurch kam der letztwilligen Bestimmung seines Vaters gemäfs, und mit seltener Uebereinstimmung von allen Städten, die den Montefeltre untergeben waren, als Herr anerkannt, Federigo zur Regierung, schon damals, 22jährig, als ein tapferer Kriegsheld bewährt.

Als achtjährigen Knaben hatte ihn bereits der Vater mit der ebenfalls achtjährigen Gentile Brancaleone verlobt, um auf diese Weise deren Besitzungen mit denen der Montefeltre zu verschmelzen. Am 2. December 1437 fand in Gubbio die Vermählung statt. Die Ehe blieb kinderlos und im Jahre 1457 starb Gentile. Am 10. Februar 1460 vermählte sich Federigo zum zweiten Male mit Battista Sforza, einer Nichte des Herzogs von Mailand.

Inzwischen hatte der tapfere Condottiere immer neuen Kriegsruhm erworben, theils in päpstlichen Diensten, theils als Heerführer des Königs von Neapel. Auch für den mailänder Herzog war er zu Felde gezogen. Der Lohn für seine Verdienste blieb nicht aus. Am 1. October 1461 ernannte ein Breve des Papstes Pius II den Federigo officiell zum General des heiligen Stuhles, und bald darauf erhöht Papst Paul II seinen Rang zu dem eines General-Lieutenants, während sowohl König Ferdinand als auch die Herzogin Bianca von Mailand ihn zum Generalcapitain befördern.

Nach dem am 6. Juli 1472 in Gubbio erfolgten Tode seiner zweiten Gattin Battista Sforza ruht Federigo von seinem kriegerischen Leben einige Jahre aus, und widmet seine ganze Aufmerksamkeit dem Wohlergehen seiner Unterthanen, wissenschaftlichen Studien und kunstsinnigen Unternehmungen. Dieser Zeit verdanken wir in Gubbio, der Geburtsstadt des fürstlichen Bauherrn, den schönen Ausbau des Palastes der urbinater Herzöge, von welchem wir weiter unten ausführlich zu berichten haben werden. Es trägt dieser interessante Bau an allen seinen Theilen in Wappen und Ordensabzeichen die Zeugnisse der Würden und Ehren zur Schau, durch welche Päpste und Könige gewetteifert haben, den berühmten Feldherrn auszuzeichnen. Im Jahre 1474 verlieh ihm der König von Neapel den militärischen Orden des Hermelin.

Gelegentlich seiner Anwesenheit in Rom am 23. März desselben Jahres wird Federigo vom Papste zum Gonfaloniere der heiligen Kirche ernannt und als Herzog von Urbino bestätigt. 1476 sandte ihm König Eduard IV von England den Hosenbandorden.

Die letzten Lebensjahre des durch die höchsten fürstlichen Tugenden hervorragenden Helden füllen wieder kriegerische Thaten und im Felde endet Herzog Federigo sein ruhmreiches Leben. Im Jahre 1482, als er gegen die Venezianer im Felde stand, erlag er einer im Heere ausgebrochenen Seuche, und starb am 10. September in Ferrara, wohin er sich krank hatte bringen lassen.

Von der streng tüchtigen Lebensweise Federigo's, von seiner Liebe zu den Wissenschaften und von seinem Wohlwollen gegen seine Unterthanen hat Burckhardt in seiner Cultur der Renaissance uns mit wenigen klaren Linien das anschaulichste Bild vorgezeichnet.*) Wir werden weiterhin Gelegenheit haben, bei Betrachtung des Palazzo ducale in Gubbio eine der Oertlichkeiten kennen zu lernen, in welchen sich das so hoch gepriesene feine Leben am Hofe der Montefeltre bewegte.

Guid' Ubaldo I war dem Federigo am 17. Januar 1472 von Battista Sforza geboren. Nach dem plötzlichen Tode des Vaters übernimmt der zehnjährige Knabe die Regierung, und der Papst beeilt sich, ihn in der Herzogswürde zu bestätigen. Später stand er als berühmter Heerführer treu auf Seiten des Papstes. Doch nicht immer war er vom Glücke begünstigt. Vor der Macht des Cesare Borgia mufste auch er im Jahre 1502 aus seinen Staaten weichen. Als Guid' Ubaldo später mit Hilfe seiner ihm treu ergebenen Unterthanen, welche die maafslosen Grausamkeiten des Cesare Borgia nicht mehr zu ertragen vermochten, sich wieder in den Besitz eines grofsen Theiles seiner Staaten gesetzt hatte, schleift er aufser anderen Vesten auch die unmittelbar über dem herzoglichen Palaste gelegene Burg von Gubbio, weil sie mehr seinen Feinden als ihm Vortheile gebracht hatte. Nur wenige niedrige Mauerreste bezeichnen noch den Ort, wo einst die Festung gestanden (10 im Plane der Stadt). Nach dem Tode Alexander's VI fielen dem Guid' Ubaldo sogleich alle seine Staaten wieder zu. Papst Julius II aus der Familie Rovere bestätigt ihn in dem Besitze des Herzogthums, und veranlafst ihn, seinen Neffen Francesco Maria della Rovere, der zugleich auch ein Neffe des Papstes war, an Sohnesstatt anzunehmen und zu seinem Nachfolger zu bestimmen. Denn die Ehe des Guid' Ubaldo mit der um ihrer hohen Bildung willen gefeierten Elisabetta Gonzaga war kinderlos geblieben. Guid' Ubaldo starb 36 Jahre alt am 11. April 1508, und mit ihm erlosch der Stamm der Grafen von Montefeltre. Das Herzogthum Urbino und damit auch die Herrschaft über Gubbio geht auf die Familie della Rovere über. Drei Mitglieder dieses Hauses halten noch über ein Jahrhundert hindurch die Regierung der urbinater Staaten in ihren Händen, bis der Letzte der Familie, Francesco Maria II della Rovere, dem sein einziger Sohn jung gestorben war, des Regierens müde, freiwillig das Herzogthum dem Papste darbietet mit der Bitte, nach seiner Wahl einen Governatore zu bestellen. So kam auch Gubbio unter directe päpstliche Herrschaft. Am 1. Januar 1625 trat der erste päpstliche Governatore die Regierung an. Der stolzen Zeit republikanischer Selbstständigkeit war der Glanz des herzoglichen Hoflebens gefolgt; als dieses sein Ende gefunden, verhallt der Klang des Namens von Gubbio.

Die Liste solcher Schriften, die sich mir für die folgenden Abhandlungen über Gubbio als Hilfsmittel darboten, ist eine verhältnifsmäfsig sehr kleine, wenn man berücksichtigt, welch reichen Stoff für das Studium der eugubiner Specialgeschichte die in wunderbarer Vollständigkeit aufbewahrten Archive der Stadt umfassen. Es hat sich eben in Gubbio bisher noch nicht der Patriot gefunden, welcher diese Schätze im Zusammenhange an das Tageslicht gefördert hätte. Für specielle Forschungen ist Manches verwerthet worden, doch betrifft dieses am wenigsten die Baugeschichte Gubbio's. Verhehlen darf ich aber auch nicht, dafs die Lückenhaftigkeit des namhaft zu machenden literarischen Materials zum grofsen Theil mir selbst zur Last fällt, da mich andauernde Störungen in meinem Gesundheitszustande von einer emsigeren Durchsuchung der Bibliotheken zurückgehalten haben. Ich erbitte daher für mich persönlich die Nachsicht des Lesers.

Zusammenstellung der in den nachstehenden Mittheilungen benutzten, auf Gubbio bezüglichen literarischen Hilfsmittel:

1) Della Lecca di Gubbio e delle geste de' conti e duchi di Urbino, opera del prevosto Rinaldo Reposati. 4°. Bologna 1772.

2) Indice-Guida dei Monumenti pagani e cristiani riguardanti l'istoria e l'arte esistenti nella provincia dell' Umbria per Mariano Guardabassi. Perugia 1872.

3) Bullettino dell' istituto di corrispondenza archeologica per l'anno 1863.

4) Memoria sulla condizione attuale dei Palazzi municipale e pretorio di Gubbio e suoi modi di ristaurarli e relativa spesa. Firenze Stabilimento Civelli 1865.

5) Deutsche Bauzeitung. Jahrgang II. Nr. 31, 33, 34. Aufsatz über Gubbio von Hubert Stier und Ferdinand Luthmer.

Aufser den genannten Schriften verdanke ich eine gröfsere Anzahl thatsächlicher Notizen dem freundlichen Entgegenkommen eines gubbiner Bürgers, des Herrn Luigi Bonfatti, welcher sich durch seine Forschungen besonders auf dem Gebiete der Geschichte der mittelitalienischen Malerschulen namhafte Verdienste erworben hat. Mit dem Inhalt der Archive seiner Vaterstadt durchaus vertraut, ist Herr Bonfatti wie kein Anderer im Stande, für Gubbio sichere Auskunft über kunsthistorische Daten zu geben, und er thut dies mit einer rückhaltlosen Liberalität, die gleich mir schon viele Andere zu dem lebhaftesten Danke verpflichtet haben wird.

A. Bauwerke aus dem Alterthum.

Theater: Einige hundert Schritte von der jetzigen Stadtmauer entfernt, zwischen der Porta S. Lucia und der Porta Trasimeno sind die Trümmer des einzigen Bauwerks zu finden, welches uns einen Begriff von der Bedeutung Gubbio's im Alterthume zu geben vermag, die Ruinen des antiken Theaters. Der grofsartige Bau ist leider durch keine

*) Burckhardt: Die Cultur der Renaissance in Italien. pag. 45, 46 und pag. 221.

der zu verschiedenen Zeiten vorgenommenen Ausgrabungen völlig frei gelegt worden. Das, was die letzten Ausgrabungsarbeiten, welche am Anfang der sechziger Jahre unseres Jahrhunderts in's Werk gesetzt wurden, an das Tageslicht zogen, ist durch die alsbald wieder eingetretene tadelnswerthe Vernachlässigung des Ortes und durch das üppig wuchernde Unkraut zum Theil wieder den Blicken entzogen worden, so dafs die Uebersicht über das Ganze erschwert ist. Ein Aufsatz Brunn's im Bullettino dell' istituto di corrispondenza archeologica per l'anno 1863, pag. 225—231 berichtet nach eigener Anschauung des Verfassers von den damaligen Untersuchungen, und beschreibt die gesammte Disposition des Baues. Danach zählt das Theater von Gubbio zu den ältesten, welche aus dem römischen Alterthum auf uns gekommen sind, und gehört vielleicht noch der letzten Zeit der römischen Republik an. Es geht nämlich aus einer an demselben gefundenen Inschrift hervor, dafs dasselbe bereits unter der Regierung des Augustus bestand. Die Haupttheile des Gebäudes, derselben Bauepoche entstammend und mit grofser Sorgfalt aus Quadern des einheimischen Kalksteines erbaut, zeichnen sich durch die gediegenste Technik aus, wie sie der Blüthezeit der römischen Architektur eigen ist.

Das Theater ist so disponirt, dafs der halbkreisförmige Zuschauerraum gegen Südwesten liegt, und somit die von der Nachmittagssonne unbehelligten Schaulustigen als Hintergrund für die nach der Stadtseite zu angeordnete Skene das alte Iguvium und die steil aufragende Bergkette vor ihren Blicken sich aufbauen sahen. Die Anzahl der Sitzreihen läfst sich aus dem heutigen Zustande nicht mit voller Sicherheit ermitteln, doch schätzt Brunn dieselbe auf 20 bis 22. Die oberen Stufenreihen sind nicht mehr erhalten, wohl aber die unteren so weit, dafs daraus das Princip der Sitzanordnung erkannt werden kann. Danach stiegen die durchaus einfach gebildeten Bankreihen ohne Unterbrechung durch ringförmige Corridore (praecipetiones) bis zur vollen Höhe des Gebäudes hinan. Die Höhe der Sitze beträgt $0,_{35}$ ^m^, ihre Tiefe variirt zwischen $0,_{75}$ und $0,_{83}$ ^m^. Durch drei in die Sitzreihen eingeschnittene, von unten bis oben durchgehende Treppenläufe werden 4 cunei gebildet. Die Substructionen waren nicht zur Unterbringung der Treppen zu den oberen Plätzen verwendet worden, denn es finden sich in dem Zuschauerraume keine sogenannte Vomitorien. Die etwa unter den Arcadengängen sich vorfindenden Treppen konnten nur zu den äufseren Galerien führen oder zu einem porticusartigen Umgange, welchen Brunn in einer Breite von $7,_{0}$ ^m^ ringsum oberhalb der Sitzreihen annimmt.

Die äufsere Architektur zeigte, so viel sich aus den vorhandenen alten Ueberbleibseln erkennen läfst, zwei Reihen von Rundbogenarcaden über einander. Die Ausgrabungen haben nicht den ganzen Umfang der unteren Ordnung aufgedeckt, doch würde jedenfalls die Mehrzahl der Frontpfeiler frei gelegt werden können. Von der oberen Ordnung aber werden an der Nordwestseite, welche den Angriffen des Wetters am besten widerstanden, nur noch drei Arcadenbogen durch Untermauerungen und eiserne Verankerungen aufrecht erhalten. Pfeiler wie Bögen sind aus derben Rusticaquadern ziemlich kleinen Formats construirt. Die Gliederung der Pfeiler ist der Art, dafs aus dem rauhen Quadermauerwerk doch deutlich zwischen je zwei Arcadenbögen ein schwach vortretender Pilaster sich sondert als Stütze des nur an der östlichen Ecke des Zuschauergebäudes noch erkennbaren Trennungsgebälkes zwischen den beiden Arcadenreihen. Die Bögenwölbung beginnt über einfach profilirten Kämpfergesims-Stücken. Die Spannweite der unteren Arcadenöffnungen bemifst sich auf $2,_{40}$ ^m^, die lichte Höhe derselben bis unter den Schlufsstein des Bogens auf $4,_{50}$ ^m^. Als Hauptmaafse nennt Brunn rund $70,_{0}$ ^m^ für den gröfsten Durchmesser des halbkreisförmigen Gebäudetheiles und $21,_{5}$ ^m^ für die Breite der Orchestra, wonach das Theater zu Gubbio unter die gröfsten der in italischen Provinzialstädten erhaltenen zu rechnen ist. Die Riesenbauten Rom's freilich überbieten es um mehr als das Doppelte seiner Abmessungen.

Der Grundplan der von der Orchestra durch einen zur Unterbringung des Vorhanges bestimmten corridorähnlichen Raum getrennten Bühne weicht von der üblichen Anordnung nicht ab. Die Rückwand der Skene nahmen drei Nischen ein, eine gröfsere halbkreisförmige in der Mitte, je eine rechteckig gestaltete zur Linken und Rechten. In den Nischen öffneten sich, um 4 Stufen über dem Fufsboden erhoben, die drei Hauptbühnenzugänge. An den Schmalseiten der Skene wie gewöhnlich je ein Seiteneingang. Der ganze Bautheil ist aber lediglich in den untersten Maueranfängen conservirt, welche gerade genügen, um den einstigen Aufbau zu erkennen. Von besonderem Interesse ist die Ausbildung des Grundrisses zu beiden Seiten des Skenengebäudes, indem in den Winkeln zwischen den vorspringenden Stirnfronten des Zuschauerraums und den Seitenfaçaden des Bühnenhauses geräumige quadratische Vestibüle angelegt sind, von welchen aus der Eintritt in alle Haupttheile des Bauwerks erfolgen konnte, in die Hintergebäude, zur Bühne selbst, zur Orchestra und mittelst kleiner Seitentreppen auch zu den Sitzreihen. Diese Vorräume und ihre mögliche Benennung bespricht Brunn mit gröfserer Ausführlichkeit.

Für unseren Zweck, auf das werthvolle Bauwerk aufmerksam zu machen, mögen die vorstehenden Bemerkungen genügen. Um eine genaue und vollständige Aufnahme und Publikation des interessanten Baumonuments mit allen hinter der Bühne sich anschliefsenden Nebenräumlichkeiten zu ermöglichen, würde es noch weiterer Nachgrabungen und einer Säuberung der bereits blofsgelegten Theile bedürfen.

Nahe bei dem antiken Theater sind im Jahre 1440 die berühmten „Eugubinischen Tafeln“ ausgegraben worden, eherne Platten, bedeckt mit Inschriften von noch immer streitigem Inhalt. Dieselben werden als kostbare Reliquie des Alterthums und der frühzeitigen Bedeutung Gubbio's im Palazzo Municipale aufbewahrt.

Aufser dem Theater sind nur sehr geringfügige Reste antiker Bauthätigkeit wahrzunehmen. In geringer Entfernung vom Theater unmittelbar neben der Promenade, welche den Lauf der Stadtmauer begleitet, bemerkte ich die Reste eines antiken Baues, anscheinend eines Grabes in Form einer Cella. Die Aufsenfronten sind verfallen, dagegen ist ein Theil der Backsteinverblendung im Innern des Raumes stehen geblieben. Nur um wenige Meter erhebt sich der mit Epheu übersponnene trümmerhafte Bau über den Erdboden. Ob er identisch ist mit einem von Guardabassi*) kurz beschriebenen, ebenfalls in der Nähe des Theaters gelegenen Bau ähnlicher

*) Indice-Guida, pag. 98.

Anlage, der jedoch bis neun Meter über der Erde emporragen soll, ist mir zweifelhaft geblieben. Wenigstens habe ich ein Bauwerk von der genannten beträchtlichen Höhenabmessung nicht erspähen können.

B. Bauwerke aus dem Mittelalter.

1. Kirchen.

S. Pietro. Fragen wir nach dem thatsächlich bestehenden ältesten Reste kirchlicher Architektur in Gubbio, so werden wir auf die unansehnliche Façade von S. Pietro hingewiesen. Angelehnt an die unteren Theile der aus sorgfältig hergestelltem Quaderwerk bestehenden Vorderfront-Mauer sind vier alte niedrige Säulenschäfte sammt ihren ziemlich roh gearbeiteten Akanthusblatt-Capitellen erhalten. Der Arbeit des Blattwerks nach kann es zweifelhaft erscheinen, ob hierin Bruchstücke spätrömischer Baukunst oder aber nur unbehilfliche Nachbildungen derartiger Arbeiten zu erblicken sind. Wahrscheinlich bildeten die um ein Viertel ihres Umfanges in die Mauer eingebetteten Säulen die Wandstützen für eine gewölbte fünfbogige Vorhalle. Zur Aufnahme des Hauptportals wurde dem mittleren Intercolumnium eine gröfsere Spannweite gegeben. Die beiden äufseren Wandsäulen oder Pilaster sind zwar nicht mehr vorhanden, es deuten aber Reste von Schildbögen an der Frontmauer auf den ehemaligen Bestand von fünf Gewölben hin. Die fünf roh gearbeiteten Blendbogen ruhen auf kleinen in der Höhe der Säulencapitelle liegenden, mit Blätterornament gezierten Consolen. Die Säulen selbst nahmen die breiten Theilungsgurte zwischen den Gewölben auf. Das mit einem unproportionirt feinen Profile umrahmte Rundbogenportal wird aufsen nochmals eingefafst von einem dicken Wulst, der wie eine Dreiviertelsäule zu beiden Seiten der Thür aufsteigt, und dann, am Kämpfer unterbrochen durch zwei mit unförmlichen Löwenleibern ausgestatteten capitellähnlichen Zwischenstücken, auch noch den Halbkreisbogen der Thür umkreist. Die aufgeführten spärlichen Reste geben nicht genügenden Anhalt für eine einigermaafsen zutreffende Datirung. Nur so viel läfst sich wohl mit Sicherheit behaupten, dafs sie noch dem ersten Jahrtausend unserer Zeitrechnung zu vindiciren sind.

S. Pietro war eine Klosterkirche. Am Ende des 13ten oder Anfangs des 14ten Jahrhunderts mufs ein Neubau der Kirche erfolgt sein, von welchem die Hauptmauern in dem jetzigen Bau noch sichtbar sind. Von dem im 16ten Jahrhundert gänzlich umgebauten Innern kann hier nicht die Rede sein. Aeufserlich erscheint das weiträumige Langhaus durch kräftige Strebepfeiler, von denen sich noch sieben an der Nordwestseite erkennen lassen, in eine Reihe von schmalen Systemen eingetheilt. Es weist diese Anordnung auf die bei den meisten eugubiner Kirchen zur Ausführung gekommene eigenthümliche Dach- und Deckenbildung hin, deren Princip wir besser bei der nachstehenden Besprechung des Domes S. Ubaldo kennen lernen werden. Bei S. Pietro sind die Strebepfeiler dicht unter dem Dachvorsprung durch Rundbogen unter einander verspannt. Auf jede Travée kam ein schlankes Spitzbogenfenster, oben im Bogen mit einem aus der Laibung hervorwachsenden Nasenpaar ausgestattet. Aus dem jetzigen Bestande konnte ich mir kein sicheres Urtheil bilden, ob die mittelalterliche Kirche schon ein Querhaus besessen habe. War dies, wie ich vermuthe, nicht der Fall, so scheint mir Vieles, vornehmlich aber die ähnliche Disposition anderer Kirchen Gubbio's dafür zu sprechen, dafs sich das Langschiff mit der nämlichen Constructionsweise bis zu dem Vorraume des Chores, welcher gewölbt war, fortgesetzt habe. Alsdann wären auf sechs kürzere Langhaus-Travéen drei um etwas längere gefolgt, und hieran hätte sich der aus dem gewölbten Vorraum und der aus dem halben Achteck gebildeten Apsis bestehende Chor angeschlossen, dessen geräumige Entwickelung durch die Anzahl der Klosterbrüder bedingt war. Der Chor erhielt sein Licht durch ein grofses in der Axe der Kirche angebrachtes, trefflich gezeichnetes Spitzbogenfenster. Aufsen sind die Ecken der Apsis mit schmächtigen Lissenen besetzt, zwischen die sich schwache Segmentbögen spannen. Am Chor allein ist das gut gegliederte Hauptgesims erhalten, bestehend aus einem Spitzbogenfriese und einer die feine unter der Dachtraufe hinlaufende Hängeplatte unterstützenden Consolenreihe. Als Material ist für den ganzen Bau der in den nächsten Bergen zu gewinnende dichte Kalkstein verwandt worden, welcher dem uns bekannten Steine des Monte Subasio durchaus ähnlich ist. Die Stücke sind auch hier mit Sorgfalt zu kleinen Quadern zugerichtet. Die Maurertecknik verdient volles Lob.

Der im 16ten Jahrhundert erfolgte Umbau wird uns weiter unten zu einer nochmaligen Besprechung der Kirche S. Pietro Veranlassung geben, sowie zur Vorlegung einer Skizze des jetzigen Grundrisses, die jedoch zur Erläuterung der eben gemachten Mittheilungen nur wenig beitragen dürfte.

Der Dom S. Ubaldo. Wer von einem freien Standpunkt aus, wo ein Ueberblick über Gubbio gestattet ist, nach dem Dome sich umschaut, wird schwerlich in jenen unscheinbaren grauen Mauermassen und unregelmäfsigen Dächern, die sich über der Stadt auf schwer zugänglicher Stätte wie zufällig zusammengebaut haben, die vornehmste Kirche und den Sitz des Bischofs vermuthen. Ungeachtet der freien Lage oberhalb des Centrums der Stadt ist die Wahl des Ortes und die Ausnutzung der Baustelle eine so überaus unglückliche, wie sie sich wohl kaum bei einer andern Kathedrale wiederfinden möchte. Für ein Kloster, welches Einsamkeit und Stille sucht, wäre sie schicklicher gewesen. An steiler Berglehne, unerreichbar für jedes Fuhrwerk, umgeben von engen verlassenen Gassen, erstreckt sich der langgedehnte niedrige Bau von Nordwesten nach Südosten, die monotone Seitenfront dem Thale zugewendet. Am Chor erhebt sich ein formloser Glockenthurm. Die Nordwestfront, der einzige mit Fleifs behandelte und architektonisch gegliederte Theil des Aeufsern verbirgt sich scheu hinter den Mauern des benachbarten Palazzo Ducale. So tritt man, durch die äufsere Erscheinung nichts weniger als angemuthet, mit den allergeringsten Erwartungen an das Bauwerk heran. Dessenungeachtet haben wir es hier mit einem wenn auch nicht eben schönen, so doch würdigen und bedeutungsvollen Bau zu thun, der für fast alle mittelalterlichen Kirchen Gubbio's und für viele der Umgegend Norm und Typus geworden ist, indem er ein einfaches gesundes Constructionsprincip für die innere Raumwirkung zur Durchführung brachte, ja selbst zu einer gewissen Grofsartigkeit entwickelte.

Das einschiffige Langhaus von $13{,}_{30}$ Meter lichter Weite überspannen zehn mächtige spitzbogige Gurtbogen, welche, jeder Decoration entbehrend, direct die auf Längsfetten ruhende sattelförmige Dachfläche tragen. Der Abstand von Mitte zu Mitte der Gurte beträgt nur $4{,}_{45}$ Meter. Die grofsen Dachbogen ruhen auf den sehr starken Längsfrontmauern, welche in mäfsiger Höhe über dem inneren Kirchenfufsboden, in der Kämpferlinie der Gurtbogen mit einem Gesims endigen. In der grofsen Mauerstärke ausgespart, zieht sich, der Deckentheilung entsprechend, zu beiden Seiten des Langschiffes eine Reihe von je zehn halbkreisförmigen Rundbogennischen hin, in welchen stattliche Nebenaltäre aufgestellt sind. An das Langhaus schliefst sich als ein Vorraum des Chores und zu diesem gehörig in der ganzen Schiffsbreite ein um mehrere Stufen erhöhtes Podium an, dessen Mitte der Hochaltar einnimmt. Dieser durch bunte figurenreiche Gemälde verzierte Theil der Kirche ist in späterer Zeit mit einem oblongen Kreuzgewölbe überdeckt. Ihm folgt unmittelbar die im halben Achteck abschliefsende Apsis, im unteren Theil modernisirt, aber oben noch mit den mittelalterlichen, auf Rippen ruhenden Gewölben ausgestattet. In der Mitte der Apsis öffnet sich ein grofses Bogenfenster. Es ist erstaunlich, mit wie wenigen Lichtöffnungen sich der Architekt unter dem heitern italischen Himmel zufrieden geben kann. Jenes Chorfenster im Verein mit einem gröfseren Kreisfenster in der Vorderfront über dem einzigen Hauptportal liefert allein der Kirche ihr Licht, das wenigstens an klaren Tagen gleichwohl nicht ungenügend und nicht ohne gute Wirkung ist. Für den Eindruck des Innern des Domes ist allerdings die dürftige Ausbildung des Chores von sehr nachtheiligem Einflufs. Dagegen kann es nicht geleugnet werden, dafs in der perspectivischen Wirkung der dicht gereihten Deckengurte und in der gleichmäfsigen Folge der seitlichen Altarnischen ein grofser Reiz liegt. Wären die Verhältnisse etwas weniger gedrückte, so hätte sich unzweifelhaft der Eindruck um vieles steigern lassen. Die Einfachheit der Constructionsidee documentirt sich besonders bei der so sparsamen Beleuchtung nicht als eine Folge mangelnder architektonischer Erfindungskraft, sondern man glaubt hier an eine beabsichtigte und wohl berechnete Strenge in der Form. Nach der Aussage eines Geistlichen ist der innere Fufsboden des Domes erst in einem der letzten Jahrhunderte um die Höhe der vor dem Hauptportal erbauten Freitreppe erhöht worden. Es wird daher der Innenraum bei der ursprünglichen Anlage etwas günstigere Verhältnisse aufgewiesen haben.

Bevor wir zur Schilderung der Aufsenarchitektur übergehen, mufs nachgetragen werden, dafs sich in der fünften Nische zur Rechten des Eintretenden eine frei nach Südwesten hinausgebaute grofse Nebencapelle öffnet, ein gut proportionirter kreuzförmiger Bau mit einer Kuppel auf niedrigem Tambour über der Vierung. Die reiche Stuckirung und Vergoldung verräth einen geübten Meister vom Ende des 16ten Jahrhunderts. In der achten Nische auf derselben Seite befindet sich der Zugang zu dem südwärts sich anschliefsenden Capitelgebäude.

Die Vorderfront des Domes ist nach einem einfachen, gut in sich abgeschlossenen Entwurf erbaut. Die Ecken sind mit Lissenen besetzt. Der mittlere Theil der Mauerfläche, welche das Portal und das Rundfenster enthält, tritt vor die übrige Wandflucht um die Ausladung der Ecklissenen vor. Ein schmächtiges, mit Blattwerk ornamentirtes Gesims durchschneidet als horizontale Gurtung die Façade etwa in der Höhe des inneren Kämpfergesimses, und verkröpft sich um die Lissenen und den Wandvorsprung. Das Portal stellt sich als eine ärmlich simple spitzbogige Oeffnung dar. Zwei rohe Consolen an den Kämpferpunkten sind sein einziger Zierrath. Den Giebelabschlufs bildet ein der Dachneigung folgender Rundbogenfries nebst einer darüberliegenden Gesimsgliederung, aus welcher sich bis zu der die Spitze bekrönenden Mittelblume eine gleichmäfsige Reihe von steinernen Krabben entwickelt. Das Rundfenster über dem Portal ist zunächst mit einer mannigfaltig profilirten Umrahmung umzogen. Einen bedeutungsvolleren Schmuck erhielt es aber durch die ringsum unter kleinen schützenden Verdachungen angebrachten vier Evangelistenzeichen. Unter einem jeden der Symbole befinden sich auf einer kleinen Inschriftstafel einige erklärende Worte. In bevorzugter Stellung über dem Fenster das Bildnifs des Lammes ebenfalls mit Inschrift und Verdachung. Vor dem übrigen Mauerwerk der Kirche zeichnet sich die Bauweise der Eingangsfront vortheilhaft aus durch die saubere Fugung der röthlichen Kalksteinquadern. Die Gröfse der Werkstücke ist eine sehr verschiedene, je nachdem der Bruch sie lieferte.

Die Langseiten der Kirche konnten bei der unvortheilhaften Gestaltung des Bauplatzes nicht zu guter Entwickelung kommen. Für die Anlage des Capitelgebäudes bot sich nur in südwestlicher Richtung auf dem abschüssigen Terrain gegen die Stadt hin ausreichender Raum dar, und demgemäfs mufste diese Seite verbaut werden. An der anderen Langfront aber zieht sich der zur Porta Ingino führende Weg in so übertrieben starker Steigung bergan, dafs man, bei dem Chor des Domes angelangt, schon die volle Höhe der Dachtraufe des Langhauses erreicht hat. Solchem gänzlichen Mangel architektonischer Durchbildungsfähigkeit ist sicherlich auch die viel mittelmäfsigere technische Ausführung zuzuschreiben, welche alle diese Bautheile gegenüber der Nordwestfront aufweisen. Am Langschiff spiegelt sich noch äufserlich das Constructionssystem wieder in den stark vortretenden, den grofsen Gurtbögen des Innern correspondirenden Strebepfeilern. Unter dem Dachgesimse sind dieselben durch Flachbögen mit einander verbunden. Bevor der Vorraum des Chores sein jetziges Gewölbe erhielt, war er, wie sein äufserer Aufbau bekundet, zu einer Art von Querhaus mit selbstständiger Beleuchtung durch zwei in den Kreuzgiebeln angeordnete Kreisfenster ausgebaut. Ein eigenthümlicher Platz ist dem Glockenthurm angewiesen über der äufserlich quadratisch, innen halb achteckig angelegten Apsis. Ueber das Dach der Kirche erheben sich noch zwei freie Thurmgeschosse, von welchen aber nur das obere nach jeder Seite zwei grofse mit gedrückten Spitzbögen abschliefsende Schallöffnungen erhalten hat. Am Thurm wie am Langhause liegt unter dem Dachvorsprung ein kleines Kranzgesims, bestehend aus einer Consolenreihe und einer Hängeplatte.

Der Güte des Herrn Bonfatti verdanke ich die einzige mir bekannt gewordene exacte Angabe über die Zeit der Erbauung des Domes S. Ubaldo. Danach wurde die alte Kathedrale im Jahre 1120 durch eine Feuersbrunst zerstört, der Neubau aber schon im Jahre 1122 begonnen und innerhalb eines Zeitraumes von 7 Jahren beendigt. Bonfatti spricht

zugleich die Vermuthung aus, dafs der neue Dom das Werk eines uns schon bekannten Baumeisters, des Magister Johannes aus Gubbio sein möchte, des Erbauers der Kirchen S. Rufino und Sa. Maria Maggiore zu Assisi. Der zuletzt genannte Bau trägt aufser dem Namen des Architekten das inschriftliche Datum 1163 an sich, und würde danach diesem Baumeister eine mehr als vierzigjährige Wirksamkeit zuzuschreiben sein. Unglaublich erscheint dieses nicht, auch giebt die Architektur des eugubiner Domes, namentlich seiner Vorderfront, keinen Anlafs, jener Annahme entgegenzutreten. Immerhin bleibt die ansprechende Idee eine Hypothese.

Um weiter unten nicht noch einmal auf den Dom S. Ubaldo zurückgreifen zu müssen, möge gleich hier ein in demselben befindliches werthvolles Werk der Holzschnitzkunst, der im Chor aufgestellte Bischofstuhl, Erwähnung finden. Auf den breiten Seitenlehnen des Thrones stehen zwei zierliche cannelirte Säulen. Darüber strecken sich fein gegliederte Gebälkstücke, über die sich ein mit schöner Palmette gekrönter, an der Innenseite cassettirter Halbkreisbogen wölbt. Die Rückwand grenzen zwei den Säulen correspondirende ornamentirte Pilaster ab, und zwischen diesen ist die Mittelfläche ausgefüllt mit dem reichsten und schönsten Ranken-Schnitzwerk, das nach Zeichnung und Stilisirung den herrlichen Arbeiten im Chor von S. Pietro zu Perugia ebenbürtig ist. Als den Verfertiger nennt Guardabassi den Antonio Maffei, eines der hervorragendsten Mitglieder der berühmten Holzbildner-Familie Maffei in Gubbio.*)

Das Beispiel des neu erbauten Domes scheint während der ganzen Dauer des 12ten Jahrhunderts einen Anstofs zu anderen Kirchenbauten nicht gegeben zu haben. Dagegen sah Gubbio im 13ten Jahrhundert zahlreiche Kirchen entstehen, für welche das Vorbild von S. Ubaldo maafsgebend geblieben. Wir stellen in unserer Schilderung die nachweisbar dem Constructions-Schema des Domes nachgebildeten Kirchen den wenigen anderen voran, welchen entweder ein völlig abweichendes Bausystem zu Grunde liegt, oder an denen sich die Spuren der ehemals gleichen ortseigenthümlichen Bauweise verwischt haben.

S. Agostino, die Kirche des vor der Porta Romana in nächster Nähe der Stadt gelegenen Augustinerklosters giebt den Typus des eugubiner Domes in seiner ganzen Einfachheit wieder, nur sind die Verhältnisse des Innern umgebildet worden. Bei einer Spannweite des einschiffigen Langhauses von $10,_{70}$ Metern, im Lichten gemessen, bemifst sich der übrigens nicht immer gleichmäfsige Axenabstand der Deckengurte auf durchschnittlich $5,_{60}$ Meter. In S. Agostino ist auch noch an dem Princip festgehalten, den grofsen Bögen in der beträchtlichen Stärke der beiden Längsfrontmauern ihr festes Widerlager zu geben, und die Monotonie dieser Mauermassen durch grofse zwischen je zwei Gurtbögen eingespannte Nischen für Nebenaltäre aufzuheben. Die Kirche zählt auf die Länge des Schiffes sieben spitzbogige Deckengurte und demgemäfs jederseits acht rundbogige, im Grundrifs rechteckig gezeichnete Altarnischen. Für eine Klosterkirche ist der Chor von ungemein geringen Abmessungen. Ein demselben zuzurechnender Vorraum existirt hier nicht, sondern es bildet lediglich eine ziemlich kleine, von dem vorderen Hauptraum durch einen pomphaften Spätrenaissance-Altar gänzlich abgesonderte Apsis von rechtwinkliger Grundrifsform den hinteren Abschlufs der Kirche. Den bescheidenen Raum überspannt ein auf schweren Rippenwulsten ruhendes Kreuzgewölbe. Vor einer Reihe von Jahren entdeckte man, dafs der Chor unter der Hülle einer dicken Tünche auf Decke und Wänden in kleiner Feldertheilung werthvolle Gemälde des 14ten Jahrhunderts barg.*) Die Malereien sind jetzt von geschickter Hand blofsgelegt, und empfangen durch das eine grofse Spitzbogenfenster in der mittleren Chorwand eine recht vortheilhafte Beleuchtung. Dem Schiffsraum wird nur durch ein grofses Fenster in der Eingangsfront Licht gespendet.

Die Klostergebäude sammt dem grofsen mit durchaus schmucklosen, auf kleinen rohen Säulen ruhenden Arcaden umgebenen Hofe gewähren einen ärmlichen Anblick. An der Aufsenarchitektur der Kirche fällt sofort die eigenthümliche Gestalt der Strebepfeiler in die Augen. Sie sind, wahrscheinlich nach dem Muster von S. Francesco zu Assisi, von halbkreisförmiger Grundrifsform. Das aus einer über kleinen Consolen ausladenden Hängeplatte bestehende Dachgesims hat man mit um die Strebepfeiler herumgeführt, wodurch eine ganz hübsche Wirkung erzielt worden ist. Die Kirche ist durchweg in mittelguter Bruchsteintechnik ohne Verputz erbaut. Von aufsen her sind auch zwischen den Strebepfeilern die jetzt vermauerten Spitzbogenfenster des ursprünglichen Baues von der an den eugubiner Kirchen dieser Periode regelmäfsig wiederkehrenden schlanken Form mit zwei Nasen in dem oberen Bogenabschlufs sichtbar. Nur die erste und die letzte der Langhaustravéen entbehrten der Fenster. An die Nordfront der Kirche angeschlossen, erhebt sich neben der zweiten Travée vom Chor aus gerechnet der in der Form den dürftigen Klostergebäuden ebenbürtige Glockenthurm.

Nach Bonfatti's Angabe begann der Bau von S. Agostino im Februar des Jahres 1253.

Sa. Maria nuova entstand, demselben Gewährsmann zufolge, gleichzeitig mit S. Agostino zwischen den Jahren 1250 und 1280. Im Innern der Kirche ist von der alten Anlage nichts mehr zu erkennen als nur die geringen räumlichen Abmessungen und etwa noch das kleine rippenlose Kreuzgewölbe des quadratischen Chores. Das Schiff ist ein leeres, mit kahlen Mauern umgrenztes Oblongum; nur die Mitten der Langwände werden durch je eine Altarnische ausgezeichnet. Dafs nach dem ursprünglichen Bauplan die freien Flächen mit Absicht hergerichtet wurden, um Platz für Wandmalereien zu haben, erweisen die an einzelnen Stellen unter der Tünche wieder zum Vorschein gekommenen Gemälde. Oberhalb der Wandflächen umzieht ein glattes modernes Gebälk den ganzen Raum, und darüber spannt sich ein Tonnengewölbe aus von $9,_{80}$ Meter lichter Weite mit tief eingeschnittenen Stichkappen, deren Anzahl den ehemaligen Deckentheilungsgurten der alten Kirche entspricht. In den Stichkappenbogen eine Reihe rechteckiger Fenster, die ein sehr vortheilhaftes Licht liefern.

Das im Uebrigen unscheinbare Aeufsere beansprucht durch die eigenthümlichen Unregelmäfsigkeiten der Eingangsfront einiges Interesse. Die Strafsenanlage brachte es mit

*) Indice-Guida, pag. 103.

*) Guardabassi führt in seinem Indice-Guida pag. 98 die dargestellten mannigfaltigen Gegenstände summarisch auf.

sich, daſs die Façade nicht rechtwinklig zur Längenaxe der Kirche steht, und auſserdem ist das schön gezeichnete Portal aus der Mitte an die eine Ecke gerückt worden, wohl zu keinem anderen Zwecke, als daſs es von weit her in der an der Seitenfront der Kirche vorbeipassirenden langen geraden Hauptstraſse zu sehen sei. In vertikaler Richtung theilen Lissenen die giebelförmig abschlieſsende Front in drei Felder, horizontal wird sie etwa in der Höhe, wo man die Kämpferlinie der früheren inneren Gurtbögen vermuthen möchte, nochmals durch ein auch um die Lissenen verkröpftes Zwischengesims getheilt. Danach wäre man beim Herantreten an die Kirche geneigt, auf eine dreischiffige Anlage zu schlieſsen. An dem Portal mit seiner breiten Einrahmung, den elegant mit Blattwerk decorirten Kämpfercapitellen und der spitzbogig kleeblattförmigen Bildung des eigentlichen Thürbogens zeigt sich die Sorgfalt der Ausführung in ihrem besten Lichte. Das hübsch umrahmte groſse Rundfenster in der mittleren Fläche des Giebels ist jetzt vermauert. In der Giebellinie werden die Lissenen zunächst durch eine Consolenreihe unter einander verknüpft und darauf folgt noch ein parallel laufendes, gleichfalls mit Consolen ausgestattetes Giebelgesims. Während die Vorderfront in der saubersten Technik ein quaderähnlich gefügtes Kalksteinmauerwerk aufweist, ist die Seitenfront ganz schlicht in gewöhnlichem Bruchsteinmauerwerk aufgeführt. Wir begegnen hier wieder den üblichen Strebepfeilern, die oben unter dem Dachgesims durch Bögen verbunden sind.

S. Giovanni. Wie mir Herr Bonfatti mittheilte, geschieht der Kirche S. Giovanni schon vor dem Jahre 1100 Erwähnung. Die Erbauungszeit der jetzigen, jedenfalls bedeutend jüngeren Kirche ist nicht festgestellt, dürfte aber dem 14ten Jahrhundert angehören. Unter Beibehaltung der Hauptgrundzüge des eugubiner Kirchensystems tritt in S. Giovanni doch eine viel freiere Auffassung desselben zu Tage. Unverkennbar war der Erbauer bestrebt, dem strengen Constructionsschema durch feinere Verhältnisse, durch weitere Axentheilung und zierliches Beiwerk die herbe Nüchternheit zu nehmen. Die Lage des Gebäudes senkrecht zum Bergabhang, mit der Eingangsfront gegen das Thal gewendet, lieſs nur eine geringe Längenausdehnung des einfachen Kirchenschiffes zu. Die Breite des Langhauses im Lichten gemessen beträgt $10{,}_5$ Meter. Fünf Travéen, durch vier spitzbogige Gurte getrennt, bilden den durch gute Verhältnisse angenehm wirkenden Hauptraum. Die glatten Wandflächen erfahren nur in der zweiten und vierten Travée durch Wandnischen von geringer Tiefe und durch die in denselben aufgestellten Nebenaltäre eine Unterbrechung. Bei der Construction der groſsen Dachgurte brachte der Architekt eine artige Neuerung zur Anwendung, indem er die Bögen nicht unvermittelt von der Umfassungsmauer aufsteigen lieſs, sondern ihnen ein kräftiges Kämpferglied als Basis gab, welches von zwei zierlichen Zwergsäulchen unterstützt wird. Der quadratische Hauptaltarraum ist mit einem hochbusigen, auf Rippen ruhenden Kreuzgewölbe überdeckt, und von drei Seiten her durch schlanke Spitzbogenfenster erhellt. Einige Fenster von gleicher Form, unregelmäſsig im Langhause vertheilt, führen der Kirche genügendes Licht zu. Ein in der Kämpferhöhe der Chorapsis ringsumlaufendes schmales Gesims schneidet unschön in die Fensterlaibungen und die Hintermauerung der Deckenbögen ein.

Sowohl der Hauptaltar als auch die vier Seitenaltäre scheinen alt zu sein. Die Detailformen haben überall etwas unbehilfliches; auch tragen die Ornamentformen an den Capitellen und Basen der zahlreich angewandten Zwergsäulen mehr einen romanischen als gothischen Charakter, so daſs man auf die Vermuthung hingewiesen wird, es seien Ueberbleibsel eines älteren Baues bei dem gothischen Neubau wieder zur Anwendung gekommen.

In der Mitteltravée der südöstlichen Langwand öffnet sich eine polygonal abgeschlossene Taufcapelle in einer Art von Triumphbogen, dessen Kämpfer ähnlich wie die Deckenbogen von jederseits zwei dicht neben einander geordneten freistehenden Säulen getragen werden. In der Capelle selbst steigen von sechs dünnen, mit einfachen Blattcapitellen ausgestatteten Wanddiensten die Rippen des Polygonalgewölbes auf. Der Taufstein, in seinem unteren, das Taufbecken enthaltenden Theile ein schwerer sechsseitiger, mit dürftigen Reliefdarstellungen geschmückter Sockel, trägt oben einen gefälligen Zierbau, eine kleine, auf sechs ionischen Marmorsäulchen ruhende Kuppel mit fein gearbeitetem Laternenaufsatz.

Den inneren Deckenbogen entsprechen auch am Aeuſseren starke, um $0{,}_{90}$ Meter vortretende Strebepfeiler. Diese, so wie die Fronten des Langhauses und des Chores sind in mittelgutem Bruchsteinmauerwerk erbaut. Mit vorzüglicher Präcision sind dagegen wieder die Eingangsfront und die unteren Geschosse des nach Südosten an dieselbe sich anlehnenden Campanile ausgeführt. Die Ecken des Thurmes fassen kräftige Lissenen ein. Den einzigen Schmuck der Vorderfaçade bildet das mit Rundsäulchen und Hohlkehlen und mit einer breiten äuſseren Umrahmung eingefaſste Rundbogenportal. Das Kreisfenster, welches ohne Zweifel ehedem über der Kirchenpforte bestanden, ist gelegentlich einer ungeschickten späteren Reparatur beseitigt worden.

Chiesa dello spedalicchio. Mit dieser kleinen vor der Porta Trasimeno zur Linken der peruginer Landstraſse gelegenen Hospitalskirche schlieſsen wir die Liste der ersichtlich nach dem ortseigenthümlichen Structur-System erbauten Gotteshäuser in Gubbio ab. Die ganze Anlage beschränkt sich hier lediglich auf einen einfachen rechteckigen Raum ohne jede Wandgliederung, ohne Nebencapellen, ja ohne einen besonderen Raum zur Aufstellung des Hauptaltars. Auf halber Wandhöhe markirt ein mageres Gesims die Kämpferlinie der vier spitzbogigen Dachträger. An manchen Stellen der Wand gewahrt man die Ueberreste von Fresco-Malereien, welche übrigens schon zum Theil durch die Feuchtigkeit abgelöst sind, theils noch unter einer dicken Kalktünche verborgen liegen. In der glatten, gänzlich schmucklosen Vorderfront gewährt ein spitzbogiges Portal mit kleinem Umrahmungsglied den Zutritt von der Landstraſse her; darüber ein schlankes Spitzbogenfenster. Andere Fenster von gleicher Gröſse gewahrt man in der Nordfront zwischen den daselbst angeordneten Strebepfeilern. Wieder drängt sich auch hier die an den bisher betrachteten eugubiner Kirchen gemachte Bemerkung auf, daſs die Güte des Mauerwerks der Eingangsseite die aller übrigen Fronten um ein bedeutendes Maaſs überragt. Die Chiesa dello spedalicchio, augenscheinlich seit geraumer Zeit auſser Gebrauch und theilweise sogar des Daches beraubt, eilt einem schnellen Verfalle entgegen.

S. Francesco. Wie ein Fremdling steht die Kirche des Franciscaner-Klosters am Mercato den übrigen unansehnlichen und einförmigen Kirchen Gubbio's gegenüber. Uns erfreut es, nach dem Einerlei der letzteren ein frisches, eigenartiges Bauwerk zu gewahren, das auch auf sein Aeufseres einen Werth legt und dem ängstlichen Verstecktsein in den Gassen und zwischen den Häusern eine repräsentable Lage an dem grofsen öffentlichen Markte vorzieht. In diesem selbstbewufsten Auftreten drückt sich deutlich das starke Gefühl der eigenen Bedeutung des jungen Ordens aus, der schon bei Lebzeiten seines grofsen Stifters in Gubbio seiner Wirksamkeit das Feld geöffnet haben soll. In praktischer Weise wird man auch hier wie bei dem Mutterkloster mit dem Bau der Conventgebäude den Anfang gemacht haben, damit zunächst die Brüder festen Fufs fassen konnten; erst danach wird die Errichtung der Kirche mit gröfserer Mufse in Angriff genommen sein. Wie Guardabassi, gestützt auf eine Mittheilung Bonfatti's, angiebt, geht aus einem Breve Nicolaus' IV hervor, dafs der Bau der Kirche und des Klosters im Jahre 1292 beendigt war.*)

Die Lage des ganzen Gebäudecomplexes ist aus dem Plane der Stadt deutlich genug zu ersehen. In der Breite der südwestlichen Langfront der Kirche erstrecken sich die durchweg einfachen, dem blofsen Bedürfnifs räumlicher Unterkunft bestimmten Klostergebäude bis zur Stadtmauer. Ein mit Hallen an drei Seiten umgebener, an der vierten Seite durch die Kirche selbst abgegrenzter Hof trägt sammt den weiterhin sich anschliefsenden Gebäulichkeiten den Stempel trübseliger Vernachlässigung aufgedrückt; ein Theil des Klosters dient der kleinen Garnison Gubbio's als Caserne. Die Architektur dieser Theile ist grob und durchaus nicht der guten Bauart der Kirche entsprechend. In dem Hofumgange sind eine Thür und zwei Fenster erhalten, welche, vielleicht zum ehemaligen Capitelsaal gehörig, in ihren dürftigen Gliederungen den Grad von Aufwand bezeichnen, den man für die Behausung der Bettelmönche für zulässig erachtete.

Schon durch ihre dreischiffige Anlage zeichnet sich die Kirche S. Francesco vor allen anderen Kirchen der Stadt aus. Ein Umbau im 17ten Jahrhundert hat die äufsere Architektur völlig intact gelassen und auch an der Grundrifsdisposition des Innenraumes nichts Wesentliches geändert. Es ist ein unbegreiflicher Irrthum Guardabassi's, wenn er angiebt, die Kirche sei in Form eines lateinischen Kreuzes erbaut. Weder an der ursprünglichen, noch an der jetzigen Gestalt ist auch nur die leiseste Andeutung eines Querschiffes zu erkennen. Der Bau des 13ten Jahrhunderts bestand vielmehr nur aus den drei Schiffen, deren jedes mit einer seiner Breite entsprechenden Altarapsis schlofs. Von der $19,_5$ Meter betragenden Gesammtbreite der drei Schiffe im Lichten gemessen entfallen $8,_4$ Meter auf die Spannweite des Mittelschiffs, dessen Länge einschliefslich der Chornischen $53,_5$ Meter mifst. Schlanke achteckige Pfeiler, ehemals 14 an der Zahl, scheiden die Schiffe von einander. Die Abstände der Stützen sind nicht durchweg dieselben, sondern es haben in den beiden ersten Travéen zunächst der Vorderfront die Arcadenbögen eine beträchtlich gröfsere Spannweite, als in den nachfolgenden sechs Systemen. Ich bin der Ansicht, dafs die zwischen die Bogenöffnungen der letzten Seitenschiffs-Travéen eingespannten Mauern, welche jetzt dem Hauptchore eine gröfsere Tiefe geben und zwei mit den Nebenabsiden vereinigte Capellen am Chorende der Seitenschiffe von der übrigen Kirche absondern, erst eine Zuthat des erwähnten Umbaues sind, und dafs der für die Ordensbrüder zu reservirende Chorraum bei der ersten Anlage nur durch Erhöhung des Fufsbodens um einige Stufen und durch niedrige Schranken von dem vorderen allgemein zugänglichen Raume getrennt war. Die Apsiden, von welchen die gröfsere des Mittelschiffs auch innen aus einem halben Zehneck, die kleineren seitlichen aber halbkreisförmig gebildet sind, während nach aufsen alle drei eine polygonale Grundrifsform zeigen, sind die einzigen gewölbten Theile des mittelalterlichen Baues; die drei Schiffe mufsten sich mit dem frei sichtbaren Dachstuhl begnügen. Wer hinaufsteigt über die jetzigen Gewölbe, wird die einfache, jeglichen Schmuckes baare Deckenbildung noch erhalten finden.

Es hat etwas Anziehendes, zu denken, dafs diese in Gubbio gleichsam als ein Fremdes importirte Kirchenanlage doch einer eugubiner Erfindung entsprossen sei, indem der von dem eugubiner Meister Johannes im 12ten Jahrhundert erbaute Dom von Assisi, dessen ursprüngliche Gestalt in vielen Punkten Aehnlichkeiten mit der von S. Francesco zu Gubbio aufweist, der letzteren Kirche wohl als Vorbild gedient haben mag. Die dem Innern der Kirche zugeführte Lichtmenge war vordem gewifs eine sehr reichliche, da beide Längsfrontmauern mit einer Anzahl schmaler aber hoher Fenster ausgerüstet waren, während sich in der Giebelfront drei Rundfenster öffneten.

Das reicher als das Innere durchgebildete Aeufsere von S. Francesco hat ersichtlich an der ursprünglichen Architektur keine nennenswerthe Aenderung erlitten. Die südwestliche Längenfront, welche behufs Abschlusses der Klostergebäude zuerst in Angriff genommen werden mufste, erweist sich auch aus anderen Gründen deutlich als der älteste Theil der Kirche. Von dem Klosterhofe aus kann man denselben gut übersehen. Hier hatte man in Nacheiferung der Oberkirche von S. Francesco zu Assisi mit einem breiten, kräftigen Façadensystem den Anfang gemacht. Zwischen weitläufig eingetheilten, nicht ganz bis zur Dachhöhe des Seitenschiffes hinaufgeführten Strebepfeilern sind aus den grofsen Wandflächen breite, mit Stab- und Maafswerk ausgestattete zweitheilige Spitzbogenfenster herausgeschnitten. Bei Fortsetzung des Baues nahm man aber von der Weiterführung dieses von einem Gewölbebau entlehnten Architektursystems Abstand. Die andere an dem Mercato sich erstreckende Nebenschiffs-Front ist über einem Sockel durch Lissenen in schmalere Wandfelder eingetheilt, deren Breite im Allgemeinen der inneren Arcadentheilung gleich kommt. Jede Travée enthält ein schlankes Spitzbogenfenster ohne Maafswerk, jedoch nach oben mit jenem durch zwei aus der Bogenlaibung vorspringende Nasen entstehenden kleeblattförmigen Abschlufs versehen, welcher sich fortan in Gubbio als normale Fensterform der mittelalterlichen Kirchen eingebürgert hat. Den Spitzbogen des Fensters begleitet, vom Kämpfer anfangend, ein kleines Umrahmungsgesims. Unter dem einfachen simaförmigen Dachgesims verbindet ein Rundbogenfries die Theilungslissenen. Das dritte und vierte Wandfeld dieser Façade, von der Vorderfront an gerechnet, sind als eine für sich bestehende Mauerfläche ohne Lissenen zusammengefafst, um

*) Guardabassi. Indice-Guida, pag. 99.

einer bedeutenden Seitenportalanlage Raum zu schaffen. Die schön gezeichnete rundbogige Doppelpforte ist aus ausgesuchten Werkstücken rothen und gelblichen Marmors, wie ihn Umbrien hervorbringt, construirt. Nicht minder in den einzelnen Formen, wie im Materiale erkennt man die unmittelbare Abhängigkeit von der in diesem Jahrhundert in Assisi zu so hoher Blüthe geförderten Handwerkstechnik. Hier wie in Assisi begegnen wir bei der Gliederung der unter 45° abgeschmiegten Portallaibung dem Wechsel von Rundsäulchen und Hohlkehlen, der Markirung des Bogenansatzes durch ein kunstvoll ornamentirtes Kämpfercapitell, und der flach profilirten breiten äufseren Umrahmung. In der glatten Mauerfläche über dem Portal prangt eine mit feinem Maafswerk und eleganten Ziersäulchen reich geschmückte Fensterrose.

In gleicher Weise wie bei der Nordostfront ist das Aeufsere des gefällig gruppirten Chores ausgebildet. Wie das Mittelschiff der Kirche die Seitenschiffe um ein geringes Maafs überragt (das Gesims des Mitteldaches, aus einer Hängeplatte über einer Consolreihe bestehend, liegt nicht volle zwei Meter über der Anschlufslinie der Nebendächer), so erhebt sich auch die Mittelapsis nur wenig über die seitlichen Altarnischen, so dafs eine maafsvolle Steigerung sowohl in den Höhenverhältnissen der Tribünen wie in dem Heraustreten derselben vor die Abschlufsmauer des Langhauses den harmonischen und malerischen Eindruck des an sich sehr einfach componirten Choraufbaues erwirkt. Durch spätere Anfügungen hat der malerische Reiz der Choransicht noch bedeutend gewonnen. Um einen Glockenthurm zu erbauen, hat man, gewifs im Widerspruch zur ersten Bauidee, die südliche Apsis als Substruction benutzt. Ueber einer so absonderlichen Grundform, wie sie ein durch eine gerade Linie abgeschnittener, etwas überhöhter Halbkreis liefert, konnte auch nur ein wunderlich unregelmäfsiger Aufbau erfolgen. Der in zwei freien Geschossen emporragende, mit einem hübsch componirten Backsteingesims unter dem flachen Zeltdach bekrönte Thurm hat denn auch in der That eine ganz seltsam verdrückte, den Beschauer zunächst verwirrende Gestalt bekommen unter Wahrung einer ungleichseitigen Achtecksform, welche sich mit dem halben Zehneck des Unterbaues absolut nicht hat in Harmonie bringen lassen. Der Thurm sieht aus, als sei er perspectivisch falsch gezeichnet, doch gewährt er im Verein mit den drei Apsiden und einem aufserdem angefügten Treppen-Rundthürmchen einen überaus reizvollen Anblick.

Es bleibt endlich die Vorderfront zu besprechen. Diese hat am meisten gelitten, da man sie der einstigen drei Rundfenster und des Giebelgesimses beraubt hat. Der dreischiffigen Anordnung gemäfs wird die Façade vertikal durch Lissenen in drei Felder zerlegt, horizontal durch ein Gurtgesims in zwei Geschosse. Die Mittelfläche unten nimmt das einbogige, in den Einzelheiten übrigens dem seitlichen Doppelportal vollständig analoge Hauptportal ein. Als ein besonderer Vorzug der Kirche S. Francesco ist die an allen Fronten mit derselben Genauigkeit durchgeführte vorzügliche Ausführung in kleinen Kalksteinquadern hervorzuheben, denen das Alter einen ungemein milden und feinen, nach dem Fufsboden zu immer dunkler werdenden grauen Ton verliehen hat.

S. Martino. In anderer Weise wie S. Francesco, nämlich durch ein vollständig entwickeltes, über die Hauptschiffsbreite heraustretendes Querhaus weicht die dem heiligen Martin geweihte Kirche von der typischen eugubinischen Grundrifsbildung ab. Nur die Aufsenmauern mit Ausnahme der Vorderfront gehören dem Mittelalter an. Das Innere präsentirt sich als eine nach der gewöhnlichen Schablone erbaute einschiffige Renaissance-Kreuzkirche. Die Kreuzflügel und der Chor sind quadratisch. Der im Giebel der Vorderfaçade zu Tage tretende, aus Backsteinen construirte grofse Spitzbogen liefse auch für S. Martino auf die ortsübliche Decken- und Dachbildung schliefsen; es bleibt aber dabei die Frage offen, wie diese auf den dichtgeordneten Deckenbögen basirte Constructionsweise mit der Ausbildung einer quadratischen Führung sich habe in Zusammenhang bringen lassen.

S. Trinità. Als einziger sichtbarer Rest mittelalterlicher Architektur an dieser kleinen, am Ende des Corso gelegenen Kirche ist die Vorderfront aufzuführen. Sie enthält ein gut gezeichnetes Rundbogenportal, bei welchem die eigenthümlich wirre und krause Bildung des Blattwerks an den Kämpfercapitellen Beachtung verdient. Was Guardabassi zu dieser Kirche bemerkt, „sie sei bemerkenswerth durch ihre Construction“*), ist mir unerklärlich; denn der gänzlich modernisirte Innenraum scheint mir nicht geeignet, auch nur das mindeste Interesse zu beanspruchen. Nach Bonfatti wurde der Bau der Kirche am 27. August 1270 beendigt.

S. Secondo. Die Klosterkirche S. Secondo liegt aufserhalb der Stadt vor der Porta S. Lucia an der nach Città di Castello führenden Strafse. Wenn auch das Kernmauerwerk der ganzen Kirche das alte sein mag, so offenbaren sich doch fast nur noch am Chor innen wie aufsen gothische Bauformen. Dieser Bautheil besteht aus einem rechteckigen Vorraum von geringer Tiefe und der hieran sich anlehnenden fünfseitigen Apsis. An dem in gutem Kalksteinmauerwerk ausgeführten Aeufsern bezeichnen Lissenen die Ecken des Halbpolygons. Ueber einfachen Kämpferstücken verbinden grofse kleeblattförmige Blendbögen die Lissenen. Die mittlere Chorseite allein enthält ein schönes zweitheiliges, spitzbogiges Maafswerkfenster mit einer wohlgebildeten, in den umfassenden Kleeblattbogen eingepafsten Umrahmung. Der Chor ist gewölbt. Ueber den rohen Capitellen der Wanddienste steigen aus dem halben Achteck gezeichnete Rippen auf. Der Hauptaltar, gleichfalls der Zeit entstammend, in welcher der Chor gebaut wurde, ist aus einem grofsen Kalksteinblock gemeifselt und an allen vier Seiten von kleinen gothischen Arcaden auf Zwergsäulchen umgeben. Die Altarform findet sich häufig in umbrischen Kirchen wieder. Abgesehen von dem Chor ist die Kirche langweilig modern, ein einschiffiger Raum, mit einem Stichkappen-Tonnengewölbe überspannt. Die Mittellinie der Kirche liegt parallel zur Landstrafse, aber in einem solchen Abstande von derselben, dafs dazwischen ein Theil der Klostergebäude Platz finden konnte. Ein anderer Gebäudecomplex liegt abgewandt von der Strafse und umschliefst einen Kreuzgang von unregelmäfsig viereckiger Grundform und ärmlicher Architektur. An drei Seiten ruhen die Arcaden auf älteren romanischen Säulen, deren Basen mit Eckblattornamenten verziert sind. An der vierten Seite sind die Säulencapitelle etwas reicher gearbeitet und mit einer Art von Kämpferaufsatz versehen.

*) Guardabassi. Indice-Guida, pag. 103.

Vor dem nach Westen schauenden Haupteingang zur Kirche ist eine niedrige, auf zwei romanischen Säulen ruhende Vorhalle aus älterer Zeit stehen geblieben, von welcher aus im Erdgeschofs des Klostergebäudes sich ein loggia-ähnlicher Bogengang bis zur Strafse erstreckte. Mit Ausnahme der drei vor der Kirchenfront selbst liegenden Arcaden sind die Bogenöffnungen jetzt vermauert.

Es möge hier sogleich, um die Besprechung der im Grunde wenig beachtenswerthen Kirche zu erledigen, eine kleine Betcapelle aus früher Renaissancezeit Erwähnung finden, welche ein eben so selbstgefälliger wie gottgefälliger Bürger Gubbio's zur Linken der Kirchenthür mittelst einer mit zwei vergitterten Fensterchen und einer Thür durchbrochenen Steinwand von der genannten Kirchenvorhalle abgetrennt hat. Unter dem obersten Gesims paradirt folgende im Verhältnifs zu dem kleinen Machwerk übergrofse Inschrift:

· GVIDONE · PRIN · REGNANTE ·
SACELLVM CVM ARA SVB VEXILLO SALVATORIS NOSTRI
DIVO ANTONIO
BARBATO ANGELVS ODDVS CI EVGVBINVS SVA IMPENSA
AEDIFICAVIT
ANNO SALVTIS MCCCCLXXXX

Im folgenden Abschnitte werden wir sehen, wie man in Gubbio zu anderen Zeiten sich bescheidete, die grofsartigste Bauunternehmung durch kleinere aber inhaltsreiche Inschriften zu illustriren.

(Fortsetzung folgt.)

Mittheilungen nach amtlichen Quellen.

Ueber das Verhalten der Metalle bei wiederholten Anstrengungen.

(Schlufs, mit Zeichnungen auf Blatt B im Text und einem Anhang.)

Blatt B stellt die Bruchfläche gebrochener Stäbe dar, deren Material, Belastung und Anstrengungen die nachfolgende Tabelle enthält.

Nr.	Bezeichnung des Materials	Maximal-Spannung pro □Zoll Ctr.	Zahl der Anstrengungen bis zum Bruch
1	Englischer Werkzeugstahl von Firth u. Söhne, unausgeglüht	500	360235
2	Desgl. ausgeglüht	480	692543
3	Rheinisches Eisen	400	159639
4	Desgl.	360	596089
5	Phosphorbronze von Höper & Comp. in Iserlohn	150	2731161
6	Desgl.	125	2340000
7	Gewöhnliche Bronze	100	5447600
8	Desgl.	200	4200
9	Rothgufs von der Gesellschaft Neptun	100	53000
10	Geschmiedete Phosphorbronze . . .	200	53900
11	Aus einer Krupp'schen Gufsstahlachse geschnitten	360	925755
12	Desgl.	400	367426
13	Englisches Spindeleisen	300	1035326
14	Desgl.	260	595910
15	Desgl.	260	1142619
16	Bruchstück einer Gufsstahlfeder . .		
17	Rheinisches Eisen	400	1493591
18	Desgl.	360	3587509
19	Gewöhnliche Bronze	150	837760
20	Phosphorbronze von Höper & Comp. in Iserlohn	180	8151811
21	Desgl.	150	5075160
22	Rothgufs der Gesellschaft Neptun . .	180	1934400
23	Englischer Werkzeugstahl von Firth u. Söhne, ausgeglüht	575	281856
24	Desgl. desgl.	550	266556
25	Desgl. desgl.	475	578323
26	Desgl. desgl.	450	5640596
27	Aus Krupp'schem Gufsstahl geschnitten	475	1185100
28	Desgl.	500	1177400

Die Stäbe 1—10 sind gedehnt, 11—15 continuirlich gedreht, und 16—28 wiederholt nach einer Seite gebogen.

Bei den meisten der auf Bl. B dargestellten Figuren bemerkt man deutlich eine oder auch mehrere durch feineres Korn sich auszeichnende Stellen, welche den „Einbruch", d. h. jene Fasern bezeichnen, in denen die Trennung des Materials zuerst erfolgte. Bei Stahl und Eisen zeigen die Bruchflächen der Versuchsstäbe häufig eine dunklere, angerostete Stelle, wodurch sich der „Einbruch" kundgiebt; aber auch wo die dunklere Färbung fehlt, kennzeichnet er sich durch ein plattes, feineres Gefüge, und bei Stahl, sowie bei Phosphorbronze dadurch, dafs er stets der Mittelpunkt eines Halbstrahlen-Büschels ist. An diesen Punkt schliefst sich alsdann eine elliptisch begrenzte Fläche (siehe Fig. 1, 2, 6, 12, 20, 21, 23—28), welche bei Firth-Stahl glatt, fast wie mit Oel geschliffen, bei schief einfallendem Licht einen matten Glanz zeigt, während der Rest der Bruchfläche sich rauh anfühlt und dasselbe Ansehen hat, wie jene Bruchflächen, welche man erhält, wenn man dasselbe Material ringsum einfeilt und durch einen kräftigen Hammerschlag in zwei Stücke trennt. — Bei Krupp'schem Stahl ist die elliptische Fläche matt und feinkörnig, der Rest des Querschnittes krystallinisch (hackig) und silberglänzend. Bei Phosphorbronze ist die Ellipse mehr gelblich, der Rest dunkelbraun gefärbt.

Die „Einbruchsstellen" befinden sich bei den Figuren 1 bis 16 oben, unter den Nummern bei den Figuren 17—28 unten. Die untere Kante der letzteren hat auch in der Maschine unten gelegen und gehört der „Zugseite" an, in welcher die Fasern gedehnt wurden.

Bei den gebogenen Stäben tritt der Bruch, wie auch schon Wöhler angiebt, auf der Zugseite ein und meist an einer Ecke (Fig. 17, 18, 23, 24, 28), zuweilen mehr nach der Mitte der Kante hin (Fig. 21, 25). Bei Eisen erstreckte sich der Bruch wie bei dem auf Seite 92 gezeichneten Holzschnitt Fig. 5 nur bis zur neutralen Achse und mufste die Druckseite durchgesägt werden. Oberhalb der neutralen Schicht findet sich in den beiden vertikalen Seitenflächen eine muschelartige Vertiefung. Aus dem Umstande, dafs die Druckseite des Eisens einen längeren Widerstand leistet, als die Zugseite, könnte man wohl zu dem Schlufs verleitet werden, dafs die absolute Festigkeit des Schmiedeeisens geringer sei, als seine rückwirkende, was doch den meisten Versuchen und Angaben der Lehrbücher widerstreiten würde. Vor solcher Behauptung bewahrt jedoch der Gedanke

an die Möglichkeit, dafs durch wiederholte einseitige Biegung die rückwirkende Festigkeit der Druckseite erst nach und nach gröfser werde und auch die Zähigkeit wachse. Bei Stahl erfolgt der Bruch gebogener Stäbe wegen der gröfseren Sprödigkeit des Materials fast gleichzeitig auf dem ganzen Querschnitt und wie es scheint durch Zug, indem die neutrale Schicht sich allmälig höher legt; nur an der oberen Kante zeigt sich zuweilen eine gegen die übrige Bruchebene um ca. 45° geneigte Fläche, welche offenbar durch Druck entstanden ist. Eine ähnliche Erscheinung zeigt sich bei den Fallproben der Stahlachsen, wo die Bruchfläche von der convexen Seite aus lothrecht ansteigt und sich bei 3/4 der Höhe in 2 Aeste theilt, so dafs das ausgesprengte Stück sich als gleichschenkliges Dreieck projicirt.

Phosphorbronze ähnelt im Bruch dem Stahl (vergl. Fig. 5, 6 mit 1, 2 und 20, 21 mit 23—28), gewöhnliche Bronze dem Eisen.

Bei den continuirlich gedrehten Stahlstäben Fig. 11 und 12 ist die Bruchebene in zwei wesentlich von einander verschiedene Theile getheilt und zwar durch eine Sehne, welche auf dem nach dem Einbruch gezogenen Radius senkrecht steht. Der Einbruch ist aber als Mittelpunkt eines Strahlenbüschels kenntlich, und da sich bei den gebogenen Stäben dieser Punkt stets auf der Zugseite findet, so darf man wohl mit Sicherheit annehmen, dafs auch bei den continuirlich gedrehten Stahlstäben der Einbruch durch Zug und nicht durch Druck bewirkt wird, was Wöhler unentschieden läfst (Zeitschr. f. Bauw. 1866, Seite 70).

Bei continuirlich gedrehten Eisenstäben finden sich oft zwei und mehr solcher Sehnen und ebenso viele verschiedene Einbrüche (Fig. 13—18). Bei Eisen sieht der Bruch zuweilen wie geflossen (kugelig), zuweilen auch sehnig aus.

Das eigenthümliche Aussehen sämmtlicher Bruchflächen, der Umstand, dafs die glatten, dem „Einbruch" zunächst liegenden Flächen im Allgemeinen um so gröfser sind, je gröfser die Zahl der Anstrengungen bis zum Bruch, also je geringer die Maximal-Spannung war, und endlich die Wahrnahme, dafs der „Einbruch" sich stets in den gezogenen Fasern zeigt, — diese Erscheinungen veranlafsten mich zu der Annahme, dafs

„durch oft wiederholte Dehnungen das krystallinische Gefüge der Metalle nach und nach in das amorphe übergeführt werde, dafs auf solche Weise verschiedene Gleichgewichtszustände der Moleküle entstehen, deren jeder einer Elasticitätsgrenze entspricht, dafs dann durch Fortsetzung der Dehnungen die letzte Elasticitätsgrenze überschritten und endlich die Widerstandskraft des Querschnittes so verringert werde, dafs die sich constant gebliebene Kraft des Federdynamometers zur Bruchlast für den restirenden Theil des Querschnitts wird und dessen Bruch plötzlich bewirkt.

Aus dieser Annahme lassen sich dann fast alle Brucherscheinungen erklären, wie z. B. die, dafs die vom „Einbruch" entferntesten Theile dasselbe glänzende krystallinische Ansehen haben, wie es die durch eine einmal zur Anwendung gelangte rasch wirkende Kraft gebrochenen Stäbe zeigen.

Die eben ausgesprochene Hypothese steht in innigem Zusammenhang mit der „molekularen Constitution" der Körper, welche jetzt von fast allen Naturforschern im Gegensatz zu der früher gewöhnlichen Vorstellung von der „Homogenität" der Massen — angenommen wird.*)

Die nachstehenden Fundamentalsätze finden sich in verschiedenen Werken, besonders in Moll's „Reine und angewandte Elementarmechanik" (Braunschweig 1854) und Redtenbacher's „Dynamidensystem" (Mannheim 1857).

Besonders dem ersteren Werke und seinem Abschnitt über „die Festigkeit der Körper", welcher von Herrn Ingenieur Moll und Herrn Fr. Reuleaux gemeinschaftlich bearbeitet wurde, verdanke ich sehr werthvolle Anregungen und Aufschlüsse; und ich würde es daher zu meinen Auszügen mehr benutzt haben, wenn es noch durch den Buchhandel zu beziehen wäre. Mir selbst wurde dieses Werk nur durch die Güte des einen Mitarbeiters, des Herrn Geheimen Rath Reuleaux zugänglich.

I. In allen Körpern sind Molekularkräfte rege, welche sich als Anziehungs- (Attractions-) und Abstofsungs- (Repulsions-) Kräfte bezeichnen lassen. Die Träger dieser Kräfte sind die Atome. Man unterscheidet Körper- und Aetheratome, welche gleichzeitig in jedem Körper sich vorfinden.

a. Die Körperatome sind träge und schwer und ziehen sich gegenseitig an,

b. die Körper- und Aetheratome ziehen sich ebenfalls gegenseitig an (M. u. R.),

c. die Aetheratome sind ebenfalls träge, aber nicht schwer; sie sind so klein im Verhältnifs zu den Körperatomen und zu den Entfernungen der Aetheratome, dafs ihre Gestalt nicht in Betracht kommt. Zwischen den Aetheratomen findet Abstofsung statt (Redt. Dyn.-Syst.).

II. In den Atomen sind folgende Kräfte wirksam:

1. Die allgemeine Schwere. Vermöge dieser Kraft ziehen sich je 2 Körperatome mit einer Intensität an, die von der materiellen Natur derselben unabhängig, dagegen dem Product der Atommassen direct und dem Quadrat ihrer Entfernung verkehrt proportional ist.

2. Die physikalische Anziehung. Mit diesem Wort soll diejenige Kraft bezeichnet werden, vermöge welcher sich 2 identische Körperatome mit einer Intensität anziehen, welche dem Product ihrer Massen direct proportional ist und bei zunehmender Entfernung der Atome sehr rasch und nicht nach dem verkehrt quadratischen Gesetz abnimmt.

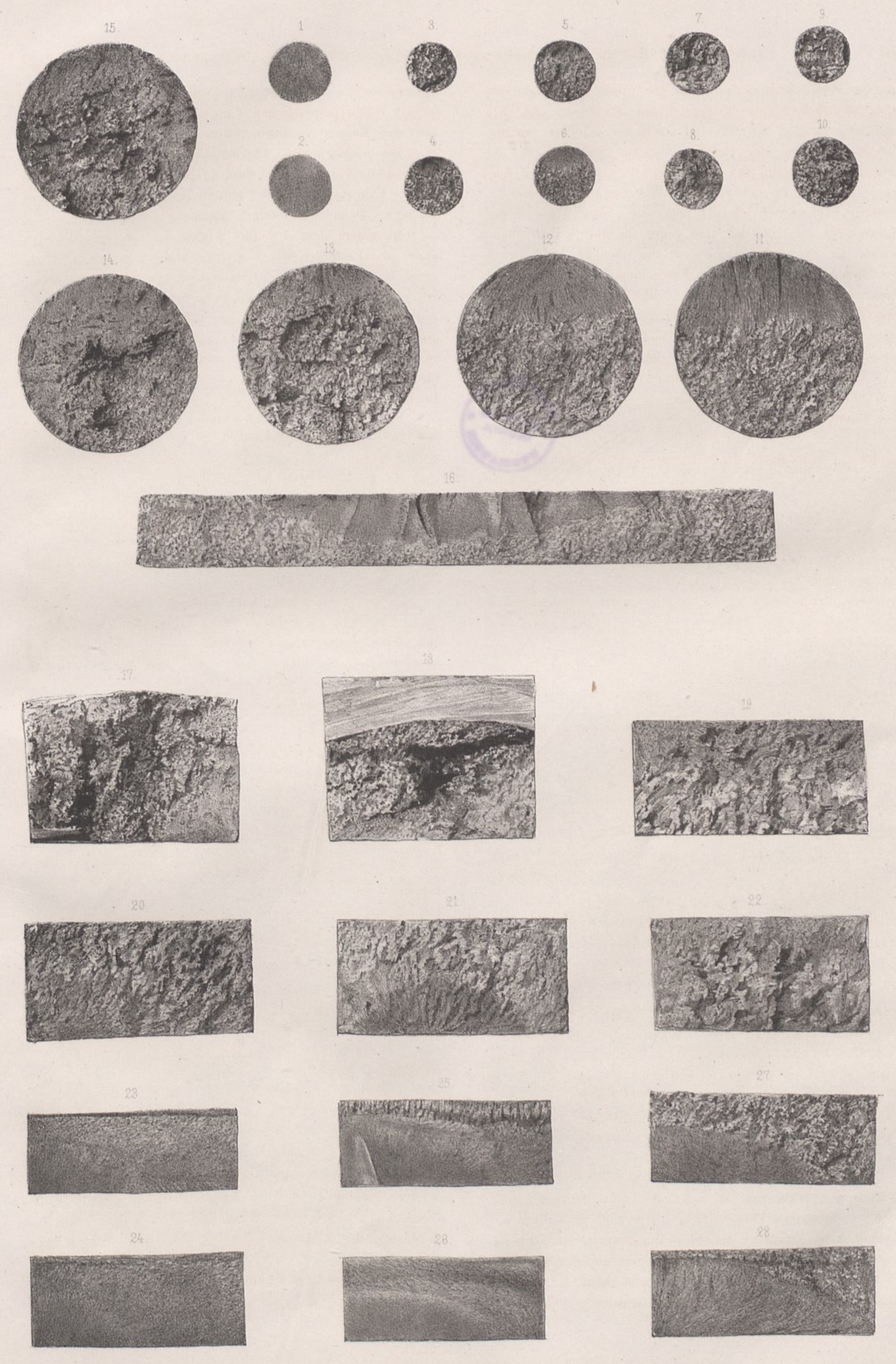
3. Die chemische Anziehung oder Affinität, vermöge deren sich zwei heterogene Körperatome anziehen.

4. Die Aetherkräfte. Zwischen Aetheratomen findet Abstofsung, zwischen Körper- und Aetheratomen Anziehung statt. Auch diese Wechselwirkungen sind dem Product der Atommassen proportional und richten sich nach der Entfernung der Atome in der Weise, dafs sie sehr rasch abnehmen, wenn die Entfernung der Atome zunimmt (R.'s D. S.).

III. Vermöge der wechselseitigen Abstofsung der nicht schweren Atome verbreitet sich der Aether im ganzen unendlichen Raum, durchdringt auch alle Körper, wird aber um die Körperatome herum vermöge ihrer Anziehungskraft mehr oder weniger concentrirt. Wenn wir annehmen, 1) dafs die Entfernung der Körperatome gegen ihre Abmessungen sehr

*) S. Handbuch der theoretischen Physik von W. Thomson und P. G. Tait. Autorisirte deutsche Uebersetzung von Dr. H. Helmholtz und G. Werthheim. II. Theil. Braunschweig 1874. Seite 206.

Verhalten der Metalle bei wiederholten Anstrengungen.



M = $1\frac{1}{2}$ der nat. Grösse.

Nach Photographieen und den Originalen auf Stein gez. v. W. Loeillot

grofs ist; 2) dafs die Intensität der Anziehung zwischen Körper- und Aetheratomen sehr grofs ist im Verhältnifs zur Abstofsung zwischen Aetheratomen; 3) dafs die Anzahl der in einer bestimmten Quantität einer Substanz enthaltenen Aetheratome vielmal, z. B. Millionen mal gröfser ist, als die Anzahl der Körperatome, so ist klar, dafs sich der Aether atmosphärenartig um die Körperatome lagern wird, und dafs jede solche Atmosphäre eine ganz bestimmte Form und Begrenzung haben wird, so zwar, dafs der Raum zwischen je zwei Körperatomen gröfstentheils ganz leer sein wird. Auch ist klar, dafs die Dichte einer solchen Atmosphäre an der Oberfläche der Körperatome grofs und gegen die äufsere Grenze der Hülle hin allmälig kleiner und kleiner sein wird.

Ein solches Körperatom mit seiner Hülle wird Dynamide genannt. (Rdt.)

IV. Molekül ist eine Gleichgewichtsgruppe von zwei oder mehreren ungleichartigen Körperatomen mit der dieselben gemeinschaftlich umschliefsenden Aetherhülle.

So wie einzelne Atome zu einer Gleichgewichtsgruppe A zusammentreten können, so können sich auch zwei gleichartige oder ungleichartige Moleküle abermals vereinigen und daraus entstehen zusammengesetzte Moleküle B, etc. (Rdt.)

V. Von den Bewegungen (Schwingungen) der Aetheratome vermuthet Redtenbacher, dafs die radialen, wobei Ausdehnungen der Aetherhüllen vorkommen und die Repulsivkraft gesteigert wird — mit den Wärmeerscheinungen zusammenhängen, die continuirlich rotirenden aber dem elektrischen Strom entsprechen.

Mit der in III. ausgesprochenen Ansicht Redtenbacher's, „dafs der Raum zwischen zwei Dynamiden gröfstentheils ganz leer sei, kann ich mich nicht einverstanden erklären, weil sie im Widerspruch steht zu der im Anfang derselben Nummer ausgesprochenen Hypothese, dafs der Aether den ganzen unendlichen Raum ausfülle.

Ich nehme daher keine Dynamiden an, sondern stimme mehr der Ansicht Cauchy's bei, nach welcher der Raum zwischen zwei Körperatomen oder Molekülen vollständig mit Aether angefüllt ist, was Redtenbacher nur für feste Substanzen zugeben will, deren Körperatome nur mit schwacher Anziehungskraft auf die Aetheratome wirken (Conf. S. 18).

Gestützt auf die obigen Sätze und einige metallurgische Erfahrungen will ich nun versuchen, meine oben aufgestellte Hypothese ausführlicher zu begründen.

Es ist bekannt, dafs die meisten — wenn nicht alle — technisch wichtigen Metalle bei ihrem Uebergang aus dem feuerig flüssigen in den festen Zustand, besonders wenn sie rasch erkalten, zur Krystallbildung geneigt sind. Die Atome lagern sich um gewisse Symmetrieachsen und bilden vollständige Krystalle, wenn die Gruppirung frei und ungehindert vor sich gehen kann; ist das aber nicht der Fall, dann bildet sich ein krystallinisches Gefüge. Giefst man z. B. ein geschmolzenes Metall in eine cylindrische, unten mit einem Stöpsel versehene, die Wärme gut leitende Form, so erkaltet und erhärtet das Gufsstück an seiner Peripherie sehr rasch, während das Metall im Innern noch flüssig bleibt; läfst man letzteres nun durch Ausziehen des Stöpsels ablaufen, so erhält man einen hohlen Cylinder, dessen Innenfläche mit krystallinischen Gebilden bedeckt ist. Läfst man aber die ganze Masse mehr oder weniger schnell erkalten, so setzt sich die Krystallbildung bis ins Innere fort.

In diesem Zustande erhalten wir die Metalle nach dem Schmelzprozefs und es kann derselbe als der erste Normalzustand angesehen werden, bei welchem Gleichgewicht zwischen den Attractionskräften der Atomgruppen oder „Kerne"*) und der Repulsionskraft der Aetherhülle herrscht. Hat der betreffende Körper die Temperatur der ihn umgebenden Luft angenommen, so sind auch die radialen Aetherschwingungen beider Stoffe von gleicher Intensität, ihre Schwingungsgeschwindigkeiten einander gleich. Jede Temperaturänderung ruft also eine Störung des inneren Gleichgewichts der Körper, daher Fluthungen der Kerne, Auflösung derselben in Atome oder Moleküle und somit eine Volumveränderung hervor, welche, wenn sie dauernd geworden ist, einem neuen Normalzustand entspricht.

Wirken aufser der Temperaturveränderung noch mechanische Kräfte, wie Druck oder Zug auf einen Körper, so werden die Fluthungen der Kerne entweder unterstützt oder gehemmt; folglich hängt der neue Normalzustand wesentlich von der qualitativen oder quantitativen Einwirkung jener äufseren Kräfte ab.

Gufseisen, Bronze, Messing etc. erhalten wir aus den Hütten gewöhnlich im ersten Normalzustand, Eisen und Stahl dagegen nicht. Es durchlaufen diese letzteren Metalle in den Hammer- und Walzwerken durch Druck und Zug eine ganze Reihe von Normalzuständen, bevor sie in den Handel oder zur technischen Verwendung kommen; gewöhnlich bezeichnet aber der Sprachgebrauch nur die letzteren dieser Gleichgewichtslagen als den normalen Zustand.

Betrachten wir vorläufig das reine, nur einen geringen Procentsatz Kohle enthaltende Eisen, so lehrt die Erfahrung, dafs durch Schmieden und Walzen in glühendem Zustande, wo also die Atome in Schwingungen versetzt und die Gruppen gröfstentheils aufgelöst sind, eine solche Umlagerung derselben bewirkt wird, dafs ein „sehniges" Gefüge entsteht.**) Dieser Vorgang dürfte auf folgende Weise erklärt werden können. Durch den Schlag des Hammers oder den Druck der Walzen wird die Bewegung des Aethers vermindert oder in andere Bahnen geleitet; es entstehen Atomgruppen und diese werden durch fortgesetzte Bearbeitung einander genähert, bis die einander gleichfalls näher gerückten Aetherhüllen durch ihre Abstofsungskraft eine weitere Annäherung der Kerne verhindern. Denken wir uns, die Druckrichtung zweier Walzen sei eine vertikale, so wird durch den beschriebenen Vorgang die Höhendimension verringert, die beiden Horizontaldimensionen aber werden dadurch vergröfsert, dafs sich Atomgruppen einzelner Vertikalreihen von diesen absondern und indem sie die Atomgruppen der anderen Vertikalreihen nach solchen Richtungen fortschieben,

*) „Wenn es unentschieden bleiben soll, ob eine Dynamide nur ein Atom oder ein einfaches Molekül oder endlich ein zusammengesetztes Molekül enthält, werde ich in der Folge den ponderabeln Inhalt der Dynamide mit dem Worte Kern bezeichnen."
Redt. Dynamidensystem.

*) Zwei Moleküle können sich in solcher Entfernung von einander befinden, dafs ihre Molekularkräfte einander das Gleichgewicht halten. Ein solcher blos von inneren Kräften erhaltener Gleichgewichtszustand heifst ein Normalzustand derselben. Moll u. Reuleaux.

**) Das Schweifsen des Eisens wird dadurch bewirkt, dafs man in Bewegung befindliche Atome des einen Eisenstücks mit solchen des anderen durch feste Hammerschläge oder Walzendruck zu einer Reihe von Gruppen vereinigt, welche die Verbindung hervorbringen.

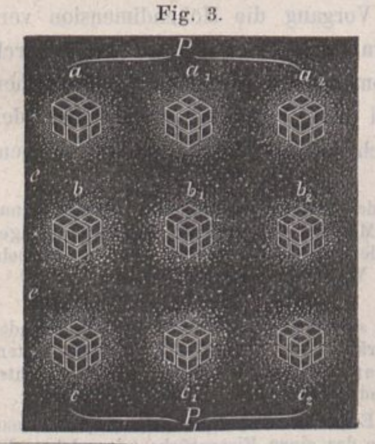
wo ihnen keine äufseren Kräfte entgegenstehen — neue Reihen bilden, so dafs die Kerne, welche beispielsweise sich in den Ecken von Würfeln befunden haben, nun die pyramidale Gruppirungsform annehmen.

Die quadratische Grundbildung eines senkrechten Schnittes geht alsdann in die rautenförmige und zuletzt in eine rechteckige über, wie sie die nebenstehenden Figuren in der angegebenen Reihenfolge zeigen. Wird nun ein Körper der letzteren Art durch langsames Abbiegen gebrochen, so lösen sich die horizontalen Schichten von einander ab, weil der Aether in den Vertikalreihen stärker zusammengeprefst ist und die oberen Horizontalreihen gedehnt werden. Da diese Ausdehnung nicht gleichmäfsig ist, so erscheint der Bruch staffelförmig oder sehnig. — Es mögen auch gröfsere Krystalle durch die Pressung sich in kleinere aufgelöst haben, die sich dann zwischen die gröfseren drängten und so gewissermaafsen Fäden bildeten. Sägt man aber den Stab ringsum ein und trennt denselben durch einen raschen Hammerschlag in zwei Stücke, so erscheint der Bruch krystallinisch, da der Bruch durch Abschieben erfolgt und die Längsfasern nicht Zeit hatten, sich auszudehnen. *)

In ähnlicher Weise verhält es sich mit Stahl, wiewohl der Kohlengehalt desselben eine andere Form der Moleküle, somit auch eine andere Umlagerung derselben durch Druck bedingt.

Durch die mechanische Arbeit des Schmiedens und Walzens kann die Annäherung der eine krystallinische Gruppe bildenden Atome resp. Moleküle nie bis zur unmittelbaren Berührung vergröfsert werden, weil damit die Repulsionskraft des Aethers negirt und die gegenseitige Anziehungskraft der Atome unendlich grofs würde, in Folge deren die Zertheilung eines solchen Krystalls eine Unmöglichkeit wäre. Man darf also selbst inmitten einer Atom- oder Molekülgruppe um jeden Bestandtheil derselben eine — und zwar sehr dichte — Aetheratmosphäre annehmen, welche, sobald ihr eine äufsere Kraft zu Hilfe kommt, die Zertheilung des Krystalls in kleinere Krystalle und endlich die Auflösung der letzteren in nebeneinander gelagerte Atome oder Moleküle bewirkt, wodurch dann der **amorphe** Zustand hergestellt ist. Gefördert wird diese Zertheilung durch die Anziehungskraft der äufsersten, sich einander gegenüberstehenden Atome resp. Moleküle in je zwei benachbarten Krystallen, aber gehemmt durch den zwischen den letzteren befindlichen Aether.

Fig. 3.



Der nebenstehende Holzschnitt Fig. 3 versinnlicht den Vorgang. Denken wir uns zwei einander entgegengesetzte Schaaren paralleler, über die hier sehr dünn angenommene Querschnittsfläche gleichmäfsig vertheilter äufserer Kräfte, deren Resultirende die einander gleichen Kräfte P und P_1 sein mögen, so werden sich die äufseren Querstreifen mit den des Eisens halber hier würfelförmig angenommenen Krystallen a, a_1, a_2 ... und c, c_1, c_2 ... von den mittleren b, b_1, b_2 entfernen, weil die Repulsionskraft der Aetherhüllen durch die äufseren Kräfte unterstützt wird. Die Quadrate gehen in Rechtecke über und es wird damit eine Bewegung des nach Redtenbacher's Hypothese sehr leicht und schnell beweglichen Aethers eingeleitet. Derselbe steht in den horizontalen Intervallen $a a_1$, $a_1 a_2$ ... $b b_1$, $b_1 b_2$ ... etc. dichter, als in den vertikalen $a b$, $b c$ ... oder $a_1 b_1$, $b_1 c_1$ ... etc. und fliefst daher, gedrängt durch die eigene Abstofsung, aus jenen in diese ab. Gleichzeitig wird aber auch eine Bewegung des Aethers in radialer Richtung von a nach b und umgekehrt, sowie von b nach c etc. erfolgen, daher die bei starken Spannungen von Wöhler beobachteten Wärmeerscheinungen. Auch elektrische und magnetische Erscheinungen dürften zu beobachten sein, weil auch rotirende Bewegungen des Aethers vorkommen müssen, da derselbe in dem horizontalen Durchmesser der Krystalle dichter steht, als in dem vertikalen.

Ist so im ersten Stadium der Ausgleich des aufserhalb der Krystalle befindlichen Aethers erfolgt, hat also dessen Dichtigkeit in horizontaler Richtung abgenommen, so wird die Attraction der Krystalle weniger gehemmt sein und die Vertikalreihen $a b c$ ..., $a_1 b_1 c_1$ ..., $a_2 b_2 c_2$ ... werden sich einander nähern, daher wird im zweiten Stadium die Q u e r d i m e n s i o n verkleinert.

Die im Innern der Krystalle befindlichen Aetherschichten oder Hüllen sind zwar gleichfalls durch ihre Repulsionskraft angeregt, an der Ausgleichsbewegung des äufseren Aethers Theil zu nehmen, werden aber daran durch die Anziehungskraft der den Krystall bildenden Atome oder Moleküle gehindert und können ihre Bewegungsintension nur dadurch äufsern, dafs sie von Innen heraus drückend auf die Atome oder Moleküle ihres Krystalls wirken und jene Theile desselben wirklich in Bewegung setzen, welche einem Nachbarkrystall zugewendet sind, weil eben nur diese von der entgegengesetzten Seite her einen geringeren Druck auszuhalten haben. Auf solche Weise wird ein Zertheilen der Krystalle erster Ordnung in solche der zweiten, dritten etc. Ordnung bewirkt, so dafs im dritten Stadium nach allen Richtungen hin, also auch in der Zugsrichtung, die Materie sich immer gleichmäfsiger vertheilt (Figur 4).

Fig. 4.

Die aufgeführten 3 Stadien sind in den kurzen Zeitraum einer einzigen Anstrengung innerhalb einer Elasticitätsgrenze eingeschlossen und sind jedenfalls nicht so streng gegeneinander abgegrenzt, wie ich es hier im Interesse der Deutlichkeit geschildert. Hören die Kräfte P und P_1 zu wirken auf, so würde sich, wenn Zeit dazu vorhanden, der status quo ante wieder herstellen; so aber folgen bei den Versuchsmaschinen die Anstrengungen rasch hintereinander und nur die abgelösten Moleküle oder Atome, welche nahe bei einander stehen, können sich wieder zu kleinen Krystallen der

*) Handbuch der speciellen Eisenbahntechnik von Heusinger v. Waldegg Band I, §. 14, Probiren der Schienen.

2ten oder 3ten Ordnung vereinigen. Hieraus erklärt sich, warum nicht blos die Zahl der Anstrengungen, sondern auch deren Dauer — Einfluſs auf den Bruch haben. (Cf. Wöhler, Zeitschr. f. Bauw. 1863, S. 240 unten.)

Daſs bei jeder Anstrengung, also auch schon bei der ersten, der krystallinische Zustand in den amorphen übergeführt werde, möchte ich bezweifeln, da Versuchsstäbe, welche nach wenigen Anstrengungen gebrochen sind, noch immer durchweg krystallinisch erscheinen. Daſs aber die regelmäſsigen Gestaltungen immer kleiner werden und sich der amorphe Zustand immer mehr herausbildet, je gröſser die Zahl der Anstrengungen bis zum Bruche war, das beweisen die glatten, oft spiegelnden elliptischen Flächen der Stahlsorten. Auch die wie geflossen aussehenden Stellen in den Eisenbrüchen zeigen, daſs von den Hauptkrystallen sich schon kleinere abgelöst haben. —

Mit jeder Verkleinerung der Krystalle ist ein neuer Normalzustand eingetreten, welcher einer neuen Elasticitätsgrenze entspricht — und so darf man bei Eisen und Stahl nicht von e i n e r Elasticitätsgrenze sprechen, sondern muſs deren eine ganze Reihe annehmen. Mit jeder neuen solchen Grenze ist aber auch die Widerstandskraft gewachsen — und die „Höherlegung" der Elasticitätsgrenze durch Bearbeitung und allmälige Belastung ist durch viele Versuche erwiesen. —

In Moll's Mechanik findet sich folgende Stelle:

„Je krystallinischer das Gefüge eines Körpers ist, desto „geringer ist seine Festigkeit. Der Bruch solcher Körper „besteht in einer Trennung der kleinen krystallinischen „Gruppen von einander, nicht aber in der Trennung der einzelnen Krystalle selbst. Die Zusammenhangskraft zwischen „den einen vollständigen Krystall bildenden Molekülen zeigt „sich demnach gröſser, als die Zusammenhangskraft der einzelnen Krystalle unter einander. — Ein und derselbe Körper erhält eine um so gröſsere Festigkeit, je mehr sein „krystallinisches Gefüge in eine gleichförmige Nebeneinanderlegung der Atome, den amorphen Zustand übergeführt „wird."

Wenngleich nun die Richtigkeit des obigen Schluſssatzes durch alle Erfahrungen bestätigt wird, so dürfte es doch nicht ganz überflüssig sein, die Ursachen dieser Erscheinung genauer zu untersuchen.

Betrachten wir (Holzschn. Fig. 3) eine Vertikalfaser mit den Krystallen $a, b, c \ldots$, deren jeder die Masse m enthält, welche man sich in seinem Schwerpunkt vereinigt denken kann. Setzt man die gleichmäſsige Entfernung der Schwerpunkte $= e$ und bezeichnet mit K einen unbekannten Coëfficienten, so kann man wegen der allgemeinen Schwere der „Kerne" zu einander die Kraft, mit welcher b von a angezogen wird, nämlich $A_1 = K\frac{m^2}{e^2}$ (*) setzen.

Denkt man sich nun jeden Krystall in zwei gleich groſse Krystalle, z. B. a in a' und a'', b in b' und b'' etc. getheilt (siehe Fig. 4) und stellt man sich weiter vor, a' bleibe an der Stelle wo a war, a'' sei in die Hälfte des Zwischenraums ab gerückt, also seine Entfernung von $a_1 = {}^1/_2 e$ geworden, so wird a'' von a' angezogen mit der Kraft $A_{1/2} = K \cdot \frac{{}^1/_4 m^2}{{}^1/_4 e^2}$, was man erhält, wenn man in obiger Gleichung (*) ${}^1/_2 m$ für m und ${}^1/_2 e$ für e setzt. Wie man sieht, ist $A_{1/2} = A_1$; es ist also die Anziehungskraft zweier benachbarten Gruppen nach dem Gesetz der Schwere nicht gewachsen.

Nehmen wir aber mehr als 2, z. B. 4 solcher Gruppen an, nämlich a, b, c, d, so wird

b von a angezogen mit der Kraft $K\frac{m^2}{e^2}$

c - a - - - - $K\frac{m^2}{4e^2}$

d - a - - - - $K\frac{m^2}{9e^2}$

Summa der Anziehungskräfte $S_1 = K\frac{m^2}{e^2}\left[1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9}\right]$.

Ist aber diese Reihe von Gruppen aufgelöst in die halb so groſsen Krystalle a' a'' b' b'' c' c'' d' d'', welche in den respectiven Entfernungen $= {}^1/_2 e$ stehen, so wird

a'' von a' angezogen mit der Kraft: $K\frac{{}^1/_4 m^2}{{}^1/_4 e^2} = K\frac{m^2}{e^2}$

b' - a' - - - - $K\frac{{}^1/_4 m^2}{e^2} = K\frac{m^2}{4e^2}$

b'' - a' - - - - $K\frac{{}^1/_4 m^2}{{}^9/_4 e^2} = K\frac{m^2}{9e^2}$

c' - a' - - - - $K\frac{{}^1/_4 m^2}{4e^2} = K\frac{m^2}{16e^2}$

c'' - a' - - - - $K\frac{{}^1/_4 m^2}{{}^{25}/_4 e^2} = K\frac{m^2}{25e^2}$

d' - a' - - - - $K\frac{{}^1/_4 m^2}{{}^{36}/_4 e^2} = K\frac{m^2}{36e^2}$

d'' - a' - - - - $K\frac{{}^1/_4 m^2}{{}^{49}/_4 e^2} = K\frac{m^2}{49e^2}$

folglich $S_2 = K\frac{m^2}{e^2}[1 + {}^1/_4 + {}^1/_9 + {}^1/_{16} + {}^1/_{25} + {}^1/_{36} + {}^1/_{49}]$

Durch Vergleich findet man, daſs $S_2 > S_1$ und da a von b, c und d mit derselben Kraft S_1, dagegen a' von a'', b', b'' ...... d'' mit der Kraft S_2 angezogen wird, so ist klar, daſs der Zusammenhang von a' mit der vertikalen Faser gröſser ist, als es der von a war. Was aber von der einen Faser gilt, gilt auch von der Summe aller vertikalen Fasern eines Stabes, und daher dürfte es gerechtfertigt sein, zu behaupten, d a ſ s d i e Z u g f e s t i g k e i t e i n e s S t a b e s m i t d e r Z e r l e g u n g d e r G r u n d k r y s t a l l e b i s z u m a m o r p h e n Z u s t a n d w ä c h s t. Allerdings könnte diese vergröſserte Anziehungskraft wieder abgeschwächt werden, wenn die Repulsionskraft des Aethers in gleichem Maaſse wüchse. Die Aetheratmosphären der neuen Krystalle werden aber wegen der geringeren Masse der letzteren weniger dicht sein, als zuvor, folglich weniger abstoſsend wirken, auch wird der Aether des Körpers sich in einem gröſseren Raume vertheilen, da, wie weiter unten noch besonders hervorgehoben werden wird, sich das specifische Gewicht eines gedehnten Körpers verringert.

Auch durch ruhende Last kann die Auflösung der Krystalle erster Ordnung erfolgen, wenn nur mit einer hinreichend geringen, a l l m ä l i g wachsenden Last experimentirt und nach jedem Lastzusatz eine gewisse Zeitdauer gestattet wird, während welcher die Last constant bleibt. Sobald die Theilung der Krystalle erster Ordnung in solche der zweiten Ordnung erfolgt, ist bleibende (plastische) Ausdehnung bewirkt, mithin die erste Elasticitätsgrenze erreicht. So lange aber

nur einzelne kleinere Krystalle sich vom Mutterkrystall abgelöst hatten und noch in nächster Nähe lagen, konnten diese nach der Hinwegnahme der Last wieder zu demselben zurückkehren, wodurch die Ausdehnung verschwand oder, besser gesagt, so klein wurde, dafs sie nicht mehr gemessen werden konnte, welcher Vorgang mit „elastischer Ausdehnung" bezeichnet wird. Sind die Krystalle zweiter Ordnung in die der dritten übergegangen, so ist die zweite Elasticitätsgrenze erreicht und es war das Material zwischen dieser und der ersten Grenze eben so elastisch wie vor dieser. So erklärt sich die allmälige Höherlegung der Elasticitätsgrenze durch allmälig gesteigerte Zugkraft, was auch von den angesehensten Autoren bezüglich des Eisens anerkannt ist.*)

In dem aus dem Schwedischen ins Englische und aus diesem durch C. M. Freih. von Weber ins Deutsche übersetzten Werke: Die Festigkeitseigenschaften von Eisen und Stahl von Knut Styffe, Director des Königl. Technol. Instituts zu Stockholm, wird die „Elasticitätsgrenze" mit Rücksicht auf die Zeitdauer und das allmälig wachsende Gewicht in folgender Weise definirt:

„Wird eine Stahl- oder Eisenstange nach und nach „durch wachsend aufgelegte Gewichte gestreckt, welche „anfangs so gering sind, dafs sie eine bemerkbare perma„nente Ausdehnung nicht hervorbringen, aber nach und nach „vergröfsert werden und immer so viele Minuten wirken dür„fen, als das jedesmal neu hinzugefügte Gewicht ein Procent„satz des ganzen Gewichtes ist, dann betrachtet der Ver„fasser als Elasticitätsgrenze das Gewicht, durch welches, „nachdem es in obenangeführter Weise eingewirkt hat, ein „Zuwachs in der permanenten Ausdehnung herbeigeführt „worden ist, welche zu der Länge der Stange in dem Ver„hältnifs von $0{,}_{01}$ (oder wenigstens annäherungsweise von „$0{,}_{01}$) von dem Zuwachs des Gewichtes zu dem ganzen Be„lastungsgewichte steht. — Wird das ganze auf die Stange „wirkende Gewicht mit P bezeichnet, das jedesmal hinzu„kommende Gewicht, welches constant sein mag, durch $\varDelta P$, „die Länge der Stange mit L, der Zuwachs an der perma„nenten Ausdehnung mit $\varDelta L$, welcher durch die Einwirkung „von $P + \varDelta P$ hervorgebracht wird, wenn letztere Summe „$100 \frac{\varDelta P}{P}$ Minuten wirken darf, — dann enspricht die Ela„sticitätsgrenze nach obiger Definition dem Gewichte, bei „welchem $\frac{\varDelta L}{L} =$ oder zunächst angenähert $0{,}_{01} \frac{\varDelta P}{P}$ wird. „Und dieser Ausdruck kann nun auch gegeben werden als:

„$100 \frac{\varDelta L}{L} \cdot \frac{P}{\varDelta P} = 1$ oder doch sehr nahe 1."

Mit dieser sehr weitläufigen Definition sucht Styffe auf ziemlich willkürliche Weise eine von den vielen Elasticitätsgrenzen aus, welche nach meiner obigen Auseinandersetzung zwischen dem ersten Normal- und dem amorphen Zustand liegen.

Die Höherlegung der so definirten Elasticitätsgrenze durch wiederholte Streckung giebt Styffe auf Grund seiner Versuche in Capitel I, Nr. 3 zu.**)

*) Vergl. Reuleaux: Constructeur §. 2, al. 3. Moll: Mechanik §. 105.

**) Die folgende Nr. 4, Cap. I scheint dem zu widersprechen; diese Unklarheit rührt vielleicht von der doppelten Uebersetzung her.

Styffe hat seinem Werke verschiedene Curven beigefügt, indem er die angewendeten Gewichte als Ordinaten, die Ausdehnungen nach Procenten aber als Abscissen auftrug; ich habe eine dieser Curven in Fig. 12 auf Bl. Q*) wiedergegeben. Bemerkenswerth sind hier die verschiedenen Steigungen der Curve, in denen man eine gewisse Periodicität beobachtet, welche mit den verschiedenen Normalzuständen übereinstimmen dürfte. Fig. 13 ist der Anfang der Fig. 12 im vergröfserten Maafsstabe; die Elasticitätsgrenze liegt nahe an jenem Punkt, wo die Curve den kleinsten Krümmungsradius hat. Diese Curven haben eine gewisse Aehnlichkeit mit den Curven 3, 5, 6 derselben Tafel und vielleicht auch gewisse Beziehungen zu denselben, welche mir indessen noch nicht klar geworden sind.

Moll und Reuleaux nehmen (§. 105) an, dafs der Elasticitätsmodul durch Veränderung des Normalzustandes gleichfalls eine Aenderung erfahre, dafs seine Gröfse indessen, wenn der Normalzustand durch blofsen Druck oder Zug verändert wurde, bei einzelnen Materialien, wie z. B. beim Schmiedeeisen, nicht wesentlich beeinflufst werde.

In Uebereinstimmung hiermit hat Wöhler (siehe Zeitschr. f. Bauw. 1860, S. 597, al. 6) durch Biegungsversuche gefunden, dafs die elastische Biegung nicht von der Zunahme der Gesammtbiegung, sondern nur von der Belastung abhängt. Er schliefst daraus, dafs die bleibende und die elastische Formänderung nicht Folgen derselben Eigenschaft der Körper sein können. — Dieselbe Ansicht möchte auch ich, wiewohl aus anderen Gründen, als den von Wöhler angegebenen,**) vertheidigen. Die permanente Ausdehnung hängt nach meiner Hypothese mit der Auflösung der Mutterkrystalle zusammen und diese wird bewirkt durch die Repulsionskraft des zwischen den Krystallen befindlichen Aethers. Die mit der Verlängerung eines Stabes verbundene Verkleinerung der Querschnittsdimensionen ist verhältnifsmäfsig geringer, als erstere, wodurch eine Vergröfserung des Volumens ermöglicht wird, was daraus ersichtlich, dafs das specifische Gewicht durch Streckung abnimmt. (Siehe Styffe S. 71.)

Die elastische Ausdehnung rührt davon her, dafs das Gleichgewicht zwischen den anziehenden Kräften der Kerne und den abstofsenden der Hüllen durch die äufseren ziehenden Kräfte zu Ungunsten der ersteren gestört wird, welche Störung mit der Wirkung der äufseren Kräfte erlischt. Vielleicht darf man sogar noch eine Beschränkung eintreten lassen und sagen: die elastische Ausdehnung beruht auf der momentanen Ueberwindung der allgemeinen Anziehung der Massen (mit Ausschlufs der physikalischen und chemischen Kräfte); sie ist bei gleichmäfsiger Zunahme der ziehenden Kräfte deswegen constant, weil die Masse des gestreckten Stabes constant bleibt.

Dafs aber die von Moll und Reuleaux ausgesprochene Beschränkung der Elasticitätserscheinungen auf „einzelne Materialien" nöthig ist, zeigt Fig. 14 auf Blatt Q. Sie ist dem obenerwähnten Werke von Montefiore-Levi und Dr. Künzel entnommen und stellt in den Ordinaten der ausgezogenen Curve die Gesammtverlängerung eines Stabes aus Phosphor-

*) S. Jahrgang 1874 der Zeitschrift für Bauwesen.

**) Wöhler sagt, die elastische Dehnung resp. Zusammendrückung ist eine Formänderung der als vollkommen elastisch anzunehmenden Moleküle des Körpers, die bleibende Dehnung resp. Zusammendrückung dagegen eine Verschiebung derselben.

bronze in englischen Zollen, bei den auf der Abscissenachse aufgetragenen Belastungen in englischen Pfunden dar, während die Ordinaten der gestrichelten Curve den resp. permanenten Ausdehnungen entsprechen. Die Differenzen der Ordinaten entsprechen den elastischen Ausdehnungen, welche, wie zu ersehen, von 0 bis 22000 Pfd. wachsen und dann bis 33916 Pfd., wo der Bruch erfolgte, abnehmen. Aehnliches zeigt sich bei vielen Curven des angezogenen Werkes.

Vielleicht rührt diese, mit dem Verhalten des nur wenig Kohle enthaltenden Eisens nicht übereinstimmende Erscheinung davon her, dafs sich bei der Auflösung der zusammengesetzten Moleküle wieder getrennte Gruppen aus Kupfer oder Zinn oder Phosphor bildeten und die Gruppen des letzteren, flüchtigen Stoffes sich zwischen die übrigen Gruppen lagerten, daher die Wiederannäherung der ersteren verhinderten.

Die oben gegebenen Erklärungen der permanenten und elastischen Ausdehnungen scheinen im Widerspruch zu stehen mit der bekannten Erscheinung, dafs die Ausdehnungen im Allgemeinen schneller wachsen, je näher die Belastung dem brechenden Gewicht kommt (Styffe S. 41 u. 76); sie gelten meiner Ansicht nach auch nur bis zum Eintritt des amorphen Zustandes, sei es, dafs dieser durch oft wiederholte oder allmälig gesteigerte Belastung herbeigeführt ist. Erst mit diesem Zustand ist der Körper ein vollkommen elastischer geworden, insofern man bei nicht absolut homogenen Körpern diesen Ausdruck gebrauchen darf. Während vorher durch jede Vermehrung der Last eine Trennung der Krystalle erstrebt und bewirkt wurde, welche es möglich machte, dafs die Querschnittsdimensionen sich nicht in demselben Maafse verkürzten, wie die Länge wuchs, und permanente Ausdehnung erzeugte, kann von dem Augenblick an, wo die gleichmäfsige Nebeneinanderlagerung der Atome vollendet ist, durch Vergröfserung der äufseren Kräfte keine Volumenvergröfserung mehr eintreten. Die nächste Steigerung der ziehenden Kräfte kann, wenn sie nicht sehr bedeutend ist, nur eine Dehnung der zu ihnen parallelen Dimension und eine Zusammenziehung der Querdimensionen hervorrufen. — Durch das fortgesetzte Steigern der Zugkräfte werden aber die Moleküle des Querschnitts gerade so einander genähert, als wenn von Aufsen Druckkräfte auf sie wirkten; es werden also entweder, wie oben Seite 83 angegeben, Moleküle aus den Querreihen herausgedrängt, um neue Querreihen zu bilden, oder es werden durch die einander zu nahe gerückten Moleküle neue Gruppen gebildet, wodurch der Querschnitt bleibend reducirt wird; denn wenn Zug die Gruppen auflöst, so mufs Druck die Bildung von Gruppen unterstützen.

Gleichzeitig mit der permanenten Verringerung des Querschnitts tritt auch eine permanente Vergröfserung der Länge ein und umgekehrt. So folgen sich nach einander Gruppenbildung und Gruppenauflösung und dies in um so rascherer Folge, als die auf die Quadrateinheit kommende Zugslast doppelt wächst und zwar einmal durch die allmälige Vermehrung der ziehenden Kräfte und dann durch die Herabminderung des Querschnitts, also der Anzahl der tragenden Fasern. — Endlich wird ein Moment eingetreten sein, in welchem der Zuwachs an Last so bedeutend ist, dafs den noch vorhandenen Gruppen nicht Zeit gelassen wird, sich aufzulösen, und also der Bruch durch Abschieben erfolgt.

Ich habe gezeigt, wie der Bruch des Materials durch eine immer mehr gesteigerte Last erfolgt; bezeichnen wir diese Last pro Quadrateinheit des ursprünglichen Querschnittes mit P_b, so wird diese Spannung bei oft wiederholten Dehnungen nicht der unbegrenzten Dauer entsprechen, sondern vielleicht jener kleineren P_a, welche mit dem amorphen Zustand im Gleichgewicht war. Aber auch das glaube ich nicht zugeben zu dürfen, da P_a, sofort zur Anwendung gebracht, eine sehr rasche und ungleichmäfsige Auflösung der Krystalle bewirken, also in einer Faser den amorphen Zustand herbeiführen würde, in anderen nicht, wodurch ein Abschieben gefördert und der Bruch bewirkt würde. Zu dieser Ansicht berechtigt mich der Umstand, dafs bei wiederholt gezogenen Stäben, besonders unter starken Spannungen, Eisenstäbe nach dem Bruch gebogen erscheinen, welche vor dem Versuche ganz gerade waren. Eine solche Biegung aber einer etwaigen nicht achsalen Wirkung der Zugkräfte beimessen zu wollen, ist nicht statthaft, da in den meisten Fällen die vorgefundene Krümmung gerade die entgegengesetzte von jener war, welche durch eine vielleicht vorhandene transversale Wirkung der Versuchsmaschine hätte eintreten müssen. Aehnliches hat auch Styffe beobachtet. (Siehe Seite 19.)

Hieraus ist erfindlich, dafs man als die einer unbegrenzten Anzahl Dehnungen entsprechende Spannung (Launhardt's Ursprungsfestigkeit) u nur $= \frac{1}{n} P_a$ setzen darf. Da man aber den Eintritt des amorphen Zustandes bei den gewöhnlichen Bruchexperimenten nicht beobachten und eben so wenig n bestimmen kann, so ist es wohl am gerathensten, diese Gröfse u oder die „Arbeitsfestigkeit" a eines Materials nach Wöhler's Methode zu bestimmen. Mit Rücksicht hierauf darf man aber Wöhler's Frage, ob es überhaupt eine Grenze der Anspannung gebe, bei welcher das Material absolut sicher sei, mit „Ja" beantworten, denn jene Spannung, welche im Stande war, den amorphen Zustand gerade herzustellen, und nicht grofs genug ist, durch Druck in den Querdimensionen Krystalle zu bilden, wird jene in Frage gestellte Grenze der Spannung sein. Die Verwendung des Eisens als Träger bei Hausbauten dürfte daher principiell nicht verwerflich sein, doch scheint es mit Rücksicht auf die durch den Verkehr in und vor den Gebäuden bewirkten oft wiederholten Schwingungen etwas bedenklich, wenn, wie es hier theilweise vorkommen soll, die zulässige Spannung = 1000 Kilogramm pro □ cm oder 146 Ctr. pro □ Zoll angenommen und den Berechnungen zu Grunde gelegt wird.

Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, dafs, wenn man die Spannung P_b sofort auf einen Stab anwenden wollte, dieser sehr rasch durch Abschieben brechen müfste, weil den Gruppen nicht Zeit bleibt, sich aufzulösen und die Elasticitätsgrenzen neuer Normalzustände anzubahnen; wenn ich nichtsdestoweniger davon rede, so geschieht es, um einen scheinbaren Widerspruch der Experimente Styffe's und Sandberg's zu beseitigen.

Der erstere hat zwischen $-37,_7$ ° und $+200$ ° C. Dehnungsversuche angestellt und gefunden (s. S. 121), 1) dafs die absolute Festigkeit des Stahls und Eisens durch Kälte nicht verringert wird, dafs sie aber selbst bei der niedrigsten Temperatur, welche in Schweden vorkommt, mindestens so grofs ist, als bei gewöhnlicher (16 ° C.); 2) dafs bei

grofser Kälte auch die Ausdehnbarkeit von Stahl und Eisen nicht geringer ist, als bei gewöhnlichen Temperaturen. Den durch Erfahrung beglaubigten Umstand, dafs auf Eisenbahnen die Schienen, Radkränze und Achsen bei grofser Kälte leichter brechen, als bei gewöhnlicher Temperatur — was seinen Versuchen widerspricht — sucht Styffe dadurch zu erklären, dafs er annimmt, durch die Kälte würden die Unterlagen härter, also weniger elastisch, und die Wirkung der Stöfse daher intensiver.

Um sich von dem Werth dieser Erklärung zu überzeugen, hat Herr C. P. Sandberg, welcher das Werk Styffe's ins Englische übersetzte, ebenfalls Versuche über das Verhalten des Stahls gemacht und deren Resultate als Anhang seiner Uebersetzung beigefügt.

Sandberg nahm an, dafs die Elasticität des Granits innerhalb der Temperaturgrenzen eines heifsen Sommer- und eines kalten Wintertags nicht variiren werde, liefs einen Granitfelsen planiren, darauf 2 Granitwürfel setzen und legte die zu prüfenden Schienen darauf. Jede Schiene war in zwei Hälften getheilt worden, von denen die eine im Sommer bei ca. + 29° C., die andere im Winter bei ca. — 12° C. durch eine Fallkugel von 9 Centnern geprüft wurde. Der Durchschnitt von 10 geprüften Schienen ergab, 1) dafs das Eisen bei der angegebenen Kälte nur $^1/_3$ bis $^1/_4$ der Festigkeit zeigte, welche es bei der Wärme besitzt, und 2) dafs auch die Streck- und Biegbarkeit von der Kälte bedeutend afficirt wurde.

Die Glaubwürdigkeit beider Versuchsreihen läfst sich nicht anzweifeln, ihr Gegensatz aber auf folgende Weise leicht erklären.

Die radialen Bewegungen des Aethers, die sich uns als Wärme fühlbar machen, bringen bei hinreichend langer Dauer dieselbe Zertheilung der Krystalle hervor, wie wiederholte oder allmälig gesteigerte Dehnungen. Die Kälte dagegen, bedingt durch das geringere Maafs der Schwingungen, befördert gerade so wie Druck die Bildung von Gruppen und führt ein geringeres Maafs von Dehnbarkeit herbei, weil krystallinische Körper spröde sind. Sandberg hat nun auf die krystallinisch gewordenen kalten Schienen einen plötzlichen Stofs ausgeübt und sie daher im Winter leichter gebrochen, als im Sommer.

Styffe dagegen hat die Krystalle seiner erkälteten Stäbe durch seine hydraulische Streckmaschine, indem er das Gegengewicht der Stäbe allmälig vergröfserte — allmälig aufgelöst und die mangelnden Schwingungen des Aethers durch mechanische Kräfte ersetzt.

Es liegt mir nun ob, die Brucherscheinungen meiner Versuchsstäbe, wie sie auf Blatt B abgebildet sind, zu erklären.

Wegen der Ungleichmäfsigkeit eines jeden Materials enthalten nicht alle Fasern gleich viel Krystalle; diejenigen Fasern, in welchen sie weniger dicht stehen, werden bei gleichmäfsig über den Querschnitt vertheilter Zugkraft stärker gedehnt und ihre Gruppen werden schneller aufgelöst. Durch den Aether geschoben, drängen sich sofort aus den reicheren Fasern Molekulargruppen, wenn auch erst 2ter und 3ter Ordnung, nach der am meisten bedrohten Faser, um den Ausgleich zu bewirken; daher rührt das strahlenförmige Ansehen der Bruchflächen Fig. 1, 2, 4 und 5 von Stahl und Phosphorbronze. Bei den Figuren 2 und 3 ist dies weniger zu bemerken, weil Schlackentheile, Oxyde etc. den Ausgleich mehr hindern. Die Fasern, welche also jener schwächsten Faser näher liegen, als die übrigen, werden mehr ausgedehnt, als jene, und nach und nach über den amorphen Zustand hinausgeführt, wo sie schon beginnen, weniger Tragfähigkeit zu besitzen, also auch wohl reifsen. Der wirksame Querschnitt wird nach und nach kleiner und die constant gebliebene Kraft des Dynamometers wird zur Bruchlast für den noch krystallinischen Rest des Querschnittes, welcher daher aussieht wie eingesägtes und mit dem Hammer abgeschlagenes Metall.

Dafs der Einbruch bei gebogenen Stäben von rechteckigem Querschnitt meist an der Ecke erfolgt, ist erklärlich, weil das Nachströmen der Moleküle dorthin weniger leicht als nach jedem anderen Punkte erfolgen kann. Dafs aber ein solches Fluthen der Moleküle stattfindet, ist nicht nur aus der muschelförmigen Vertiefung in der neutralen Achse des Holzschnittes Fig. 5, sondern auch aus den Figuren 20 und 21 auf Blatt B, am meisten aber aus den Originalen der Figuren 23 und 24 deutlich zu ersehen.

Fig. 5.



Aus Fig. 28 ist zweifelsohne zu erkennen, dafs die neutrale Schicht des gebogenen Stabes höher gelegt ist und wohl auch eine andere Richtung angenommen hat, wodurch jene Fasern, die zu Anfang des Versuchs gar nicht angegriffen waren, gegen das Ende derselben gedehnt wurden, andere dagegen, welche anfangs gedrückt waren, nun zur Ruhe gekommen sind, wodurch es denn — mit Rücksicht auf die Erhöhung der Festigkeit durch Dehnung — möglich wird, dafs nach und nach die ursprüngliche Druckseite widerstandsfähiger geworden ist. Mit Rücksicht auf dieses Fliefsen der Moleküle von der Druckseite nach der Zugseite wird man es nun wohl erklärlich finden, dafs ich mich bereits oben dagegen ausgesprochen, wenn Zug- und Biegungsversuche mit einander combinirt wurden. Hiermit hängt auch der Umstand zusammen, dafs die Bronzen eine gröfsere Faserspannung bei der Biegung, als bei der Dehnung vertragen.

Wie schon oben bei Beschreibung der Zeichnungen auf Blatt B erwähnt, zeigt sich bei gebogenen Stahlstäben an der Oberkante der Bruchflächen eine schmale, gegen letztere um ca. 45° geneigte Ebene, welche offenbar abgeschoben ist, denn es tritt nach Wöhler das Maximum der Abscheerungskraft bei einem Abscheerungswinkel von 45° ein. Es ist Wöhler nicht gelungen, Gufsstahl und Eisen zu zerdrücken, weil die Stäbe sich sämmtlich bogen, selbst als das Verhältnifs zwischen Länge und Durchmesser etwa wie 3 : 1 angenommen wurde. Gufseisen dagegen brach unter 45° gegen die Achse und zeigten sich aufserdem noch auf der Bruchfläche senkrecht stehende Risse.

Zerstörung durch Druck kann eigentlich nicht direct bewirkt werden, indem derselbe Annäherung der Moleküle und Bildung von Krystallen hervorruft.*) Die Trennung des Materials kann also nur entweder 1) durch Abschieben der letzteren oder 2) durch Knicken, oder 3) dadurch erfolgen, dafs sich die Querschnitte an den Enden nach der Mitte zu

*) Cf. Winkler, Lehre von der Elasticität und Festigkeit S. 39

immer mehr vergröfsern, wodurch am Rande Mangel an Molekülen entsteht und dieser berstet. Letztere Bruchweise tritt jedoch nur bei zähen Körpern ein.

Mit dem letzteren Vorgang mag auch zusammenhängen, dafs abwechselnd auf Zug und Druck beanspruchte Metalle rasch zerstört werden, so zwar, dafs Wöhler auf Grund seiner Versuche den Satz aufstellen konnte: „Constructionstheile, welche positiv und negativ angestrengt sind, müssen im Verhältnifs wie 9 : 5 stärker gemacht werden, als solche, deren Inanspruchnahme nur in einem Sinne erfolgt.“ An der Richtigkeit der Erscheinung kann nicht gezweifelt werden, aber ihre Erklärung liegt nicht so ganz offen da. Launhardt's Erklärung in der Zeitschr. des Arch. und Ingenieur-Vereins zu Hannover kann nicht vollständig genügen, da er den Fall betrachtet, wo die Elasticitätsgrenze nach beiden Seiten hin überschritten wird. Auch Wöhler's Erklärung, welche darauf beruht, dafs die die Schwingungen eingrenzenden Spannungen für die Zerstörung des Zusammenhangs maafsgebend seien und dafs bei aufeinander folgenden Zug- und Druckspannungen diese Differenz aus der Summe der beiden Spannungen bestehe, ist nicht ganz ausreichend. Es ist wohl glaublich, dafs wenn eine Faser AB um die Länge BC ausgedehnt wird, eine geringere Veränderung in den Molekularzuständen vorgeht, als wenn dieselbe Faser um BD ausgedehnt wird, wo BD gröfser als BC ist; aber es darf meines Dafürhaltens nicht ohne Weiteres geschlossen werden, dafs eine Ausdehnung $BC +$ einer Zusammendrückung BC_1 dieselbe schädliche Molekularveränderung hervorbringe, wie die Ausdehnung BC, wenn $CC_1 = BD$ ist. Man sollte eher glauben, dafs, wenn die Ausdehnung BC, sei es durch die Attraction der Kerne, sei es durch äufseren Druck, vernichtet wäre, die Faser wieder in jenen Normalzustand zurückgekehrt sei, in welchem sie bei der Länge AB war, dafs demnach die Verkürzung BC_1 nicht schädlicher sein könne, als wenn sie von dem betreffenden Normalzustande aus ohne vorherige Ausdehnung stattgefunden hätte. Man wird, glaube ich, nur dann eine befriedigende Erklärung geben können, wenn man mit Moll und Reuleaux (S. Moll's Mechanik §. 101) für einen und denselben Normalzustand zwei zusammengehörige Elasticitätsgrenzen, die eine für Zug, die andere für Druck annimmt.

A B C

A B D

A C_1 B C

Wird nämlich durch wiederholten Zug die Zug-Elasticitätsgrenze höher gelegt, d. h. wird die Attraction vergröfsert, die Repulsion verkleinert, so wird damit die dem früheren Normalzustande entsprechende Druckelasticitätsgrenze herabgemindert; während also bei einem Zug die Ausdehnung BC noch innerhalb der elastischen Ausdehnung lag, wird die gleich grofse Zusammendrückung BC_1 zum Theil schon eine permanente Verkürzung bewirken und so nach einiger Zeit der Bruch durch Abschieben erfolgen. Es ist aber auch möglich, dafs durch Druck eine Ausbiegung nach einer Seite oder, wie oben angeführt, eine Ausdehnung sämmtlicher Fasern in der Peripherie herbeigeführt wird, so dafs sich dann entweder in einigen oder in allen Fasern derselben ein anderer Normalzustand ausbildet, als in den der Achse zunächst gelegenen Fasern, wodurch die ziehenden Kräfte auf einen kleineren Querschnitt wirken und so bei der relativ gröfseren Spannung den Bruch durch Zug herbeiführen. Die continuirlich gedrehten Stäbe können kein Urtheil über die Richtigkeit oder Unrichtigkeit meiner Ansicht abgeben, da bei ihnen jede Faser während der einen halben Umdrehung convex, während der anderen Hälfte concav gebogen wird. Wollte man auf dem Wege des Experiments Klarheit in die Sache bringen, so müfste man neue Versuchsmaschinen construiren, um achsale oder transversale positive Beanspruchung in die bezügliche negative verwandeln zu können, — das Ansehen der Bruchflächen würde dann entscheidend sein. Auf diesem Wege wäre es dann auch möglich, die von Hrn. Prof. Launhardt angeregte Frage zu beantworten, wie die Arbeitsfestigkeit sich herausstellt, wenn die Beanspruchung absolut genommen in dem einen Sinn gröfser, als im anderen angenommen wird. Ich glaube nicht sehr zu irren, wenn ich annehme, dafs ein schwacher Druck bei einem bereits in den „amorphen Zustand“ übergegangenen Stab eher günstig als ungünstig auf die unmittelbar darauf folgende Ausdehnung wirken wird und umgekehrt. —

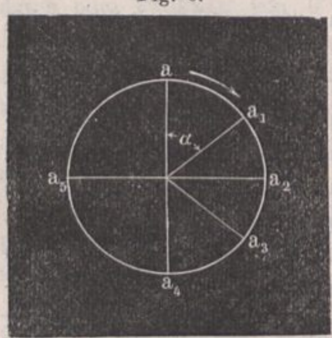
Auch bezüglich der weiteren von Wöhler gemachten Beobachtung (s. Jahrg. 1874, Seite 478), dafs in den Grenzen + 440 und + 240 Ctr. Schwingungen mit gleicher Sicherheit gegen Bruch stattfinden können, wie zwischen + 300 und 0, dürften weitere Versuche nothwendig sein.

Vermöge der Construction der Maschinen für Biegung und Zug mufs durch das Dynamometer zuerst dem zu prüfenden Stab eine Spannung von 240 Ctr. in der äufsersten Faser gegeben werden und dann wird die der oberen Grenze von 440 Ctr. entsprechende Spannung in dasselbe Dynamometer gelegt; es ist also durch die erste Spannung schon ein ganz anderer höherer Normalzustand hervorgebracht worden, als jener bei der Spannung = 0. Es ist wohl erlaubt zu fragen, welcher Normalzustand eintreten würde, wenn man zuerst die Spannung von 440 Ctr. geben und dieser dann die niedrigere von 240 Ctr. folgen lassen würde! Es dürfte sich vielleicht dasselbe Resultat herausstellen, als wenn man jene oben mit P_b bezeichnete Kraft sofort auf einen Stab einwirken lassen wollte. Die Beantwortung dieser Fragen dürfte für den praktischen Brückenbau nicht ohne Einflufs sein. Das Eigengewicht der Construction entspricht jener unteren Grenze von 240 Ctr., und wenn dann die Verkehrslast eine weitere Erhöhung der Spannung um 200 Ctr. hervorbrächte, so wäre dadurch erst die zulässige Gesammtspannung von 440 Ctr. erreicht. Sieht man dies Eigengewicht als gleichmäfsig vertheilt an, so ist die von diesem hervorgebrachte Vertikalkraft bei den Auflagern ein Maximum, dagegen in der Mitte = 0, es werden also die auf Zug beanspruchten Fachwerkstäbe bei den Auflagern durch Höherlegung der Elasticitätsgrenze in einen für die äufsere Belastung günstigeren Normalzustand eingetreten sein, als die Fachwerkstäbe in der Mitte des Trägers; jene werden also bei der Gesammtlast von 440 Ctr. vielleicht unbegrenzte Dauer zeigen, weil sie von 240 auf 440 Ctr. Spannung steigen dürfen, diese dagegen nicht, weil sie von 0 bis 440 Ctr. gehen, während 300 die richtige Grenze ist. Wollte man also an beiden Orten die zulässige Spannung = 110 Ctr. annehmen und darnach die Querschnitte berechnen, so würde man an den Auflagern 4-, in der Mitte nicht einmal 3malige Sicherheit haben. — Beobachtungen über die Dehnungen der Gitterstäbe an ausgeführten Fachwerkträgern dürften daher nicht ohne Interesse sein.

Mich zurückwendend zur Beschreibung der auf Blatt B nachgebildeten Bruchflächen, will ich versuchen, die Gestaltung der Figuren 11 — 15, welche sich auf continuirliche Drehung beziehen, zu erklären.

Zieht man bei Stahl (Fig. 11 und 12) nach dem sich deutlich als Mittelpunkt der Strahlen zeigenden Einbruch (am Scheitel der beiden Figuren) einen Radius, so bemerkt man eine auf diesem senkrecht stehende Gerade, welche die kreisförmige Bruchfläche in zwei ungleiche Abschnitte theilt, von denen der dem Einbruch zunächst liegende — feinkörnig und matt, der andere grobkörnig und theilweise krystallinisch glänzend ist. Dem Anschein nach widerspricht diese eigenthümliche Erscheinung, welche fast auf Schweifsfugen deuten könnte, wenn Gufsstahl dergleichen hätte, — dem oben aufgestellten Satz, „dafs bei gebogenen Stäben der Einbruch nur auf der Zugseite erfolgt und die an ihn grenzende Fläche in den amorphen Zustand übergeht“, da bei diesen Stäben jede Faser während der einen halben Umdrehung gezogen, während der anderen Hälfte dagegen gedrückt wird. Der Hergang dürfte jedoch folgender sein.

Fig. 6.



Ist der Einbruch a durch Zug erfolgt, so wird, wenn die betreffende Stelle sich wieder oben befindet, die Biegung des Stabes, weil die wirksamste Faser aufgehört hat zu wirken, gröfser sein, als wenn er sich um den Winkel α gedreht hat und jene Stelle a nach a_1 oder gar in den horizontalen Durchmesser nach a_2 (in die neutrale Schicht) gelangt, während eine gesunde Faser in den Scheitel gerückt ist. Bei weiterem Fortschreiten nach a_3 oder a_4 bis a_5 verursacht die gebrochene Faser keine gröfsere Biegung, da die Bruchenden sich nunmehr gegeneinander stützen.

Ja, es ist sogar möglich, dafs die Biegung während der letzten halben Umdrehung geringer ist, als während der ersten. Ist nämlich, was wahrscheinlich, vor dem Bruch eine bleibende Ausdehnung der Faser a und der ihr zunächst liegenden Fasern eingetreten, so wird der Stab bleibend nach unten gebogen; er würde aber nach halber Umdrehung aufwärts gebogen erscheinen, wenn nicht die am freien Ende fortwährend nach der Richtung der Schwere wirkende Dynamometer-Spannung ihn streckte, also möglicher Weise gerade richtete. Keinenfalls aber wird die sich oben befindliche Faser so stark gebogen, als wenn die Elasticitätsgrenze der unten befindlichen Faser nicht überschritten worden wäre.*)

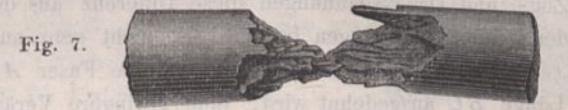
So dürfte nun klar gemacht sein, dafs, wenn die Faser a culminirt, die ihr zunächst liegenden Fasern ihre Maximalspannung erreichen, wodurch der amorphe Zustand des angrenzenden Segmentes herbeigeführt wird. An dem a diametral gegenüberstehenden Theil der Peripherie sind die Krystalle gröfser, als in der Nähe der die beiden Abschnitte trennenden Sehne, woraus man schliefsen darf, dafs die hier befindlichen Krystalle sich bereits in einem höheren Stadium der Auflösung befunden haben, als jene. —

Bei Eisen (Figur 13 — 15) treten ähnliche Erscheinungen ein, wie bei Stahl, nur sind dieselben nicht so bestimmt begrenzt, wie bei Stahl, woran die gröfsere Unregelmäfsigkeit des Materials Schuld ist.

Wird die Ausgleichung des Aethers, folglich die Amorphisirung der Masse an irgend einer Stelle durch Schlackeneinschlüsse oder Schweifsfugen gehindert, so können an anderen Stellen weitere Einbrüche erfolgen, deren jedem eine besondere Sehne entspricht. —

Die S-förmige Feder, deren Bruchstück durch Fig. 16 dargestellt wird, war an den Angriffspunkten der Last und der Kraft schmäler, als in der Mitte; es hat sich die Zugkraft also, wie die Figur zeigt, nicht über den ganzen Querschnitt gleichmäfsig vertheilt, daher ist der Einbruch in der Mitte erfolgt und wir erblicken daher wieder die elliptische Begrenzung der amorphen Fläche, wie bei den gebogenen Stäben. —

Fig. 7.



Der Holzschnitt Fig. 7 zeigt, dafs die Bruchfläche eines nach zwei Richtungen verwundenen Eisenstabes aus einem Doppelkegel besteht; diese Erscheinung bestätigt die Richtigkeit der Wöhler'schen Ansicht (s. Zeitschr. f. Bauw. 1870, S. 80 u. 82), dafs Torsion auf Abscheerung zurückgeführt werden könne und „dafs die Maximal-Abscheerungsspannung ebensowohl in einer unter 45° gegen die Achse gebildeten Kegeloberfläche, als in einer geraden Schnittfläche liegt.“

Während bei Eisen und Stahl die dem Einbruch zunächst liegenden Stellen matt aussehen, erscheinen sie bei Bronze glänzend, ja bei Phosphorbronze ist die entgegengesetzte Seite gewöhnlich dunkelbraun oder schwärzlich gefärbt. Für diese Erscheinung habe ich keine andere Erklärung, als allenfalls die allerdings sehr gewagte, dafs nach der Auflösung der Krystalle in Moleküle auch noch eine theilweise Auflösung dieser in ihre Atome und eine Wanderung derselben erfolge, so dafs die helleren Stellen reicher an Zinn sind, die dunkleren dagegen mehr Kupfer und Phosphor enthalten. Eine chemische Untersuchung hat, weil nur sehr geringe Quantitäten dazu geliefert werden konnten, bis jetzt kein genügendes Resultat geliefert. — Bilden sich aber bei jeder Phosphorbronze, ähnlich wie bei der gewöhnlichen Bronze, zweierlei Legirungen, eine weichere und eine härtere, dann wäre ein Wandern der ersteren nach dem Einbruch hin nicht unmöglich.

Auf Grund meiner Beobachtungen hinsichtlich des Aussehens der Bruchflächen glaube ich nun der von vielen Technikern vertretenen Ansicht, das Eisen werde durch oft wiederholte Anstrengungen krystallinisch, entgegentreten zu müssen, indem Zug und Biegung dazu beitragen, die vorhandenen Krystalle aufzulösen; nur allein der Druck vermag deren zu bilden. So sehen wir denn auch, dafs die Schienenoberflächen, als auf der Druckseite liegend und einem weiteren Vertikaldruck ausgesetzt, krystallinisch und damit hart werden. — Ob übrigens unregelmäfsige Erschütterungen die Krystallbildung befördern, dürfte erst noch durch Versuche constatirt werden müssen. Wöhler hat auch

*) Zeitschr. f. Bauwesen 1863, S. 245. Es ist durch Hin- und Rückbiegung ein Zustand des Körpers hergestellt, durch welchen die Widerstandsfähigkeit desselben gegen weitere Biegung im Sinn der Rückbiegung im hohen Grade vermehrt wird.

in dieser Beziehung zwei Versuche angestellt (Zeitschr. für Bauw. 1860, S. 590) und zwar mit continuirlich gedrehten Stäben, bei welchen die Erschütterungen durch regelmäfsig wiederkehrende Prellschläge eines Hammers hervorgebracht wurden; es zeigte sich, dafs durch diese der Bruch nicht unerheblich gefördert wurde.

Aus den Bruchflächen läfst sich in der Regel erkennen, auf welche Weise der Bruch erfolgte, ob in Folge oft wiederholter Anstrengungen oder durch plötzliche Einwirkung einer grofsen Last. Es ist dies nicht unwichtig für die Praxis. Bei Eisenbahnunfällen entstehen oft Streitigkeiten über den Schadenersatz. Angenommen, es wäre auf der Bahn A eine Entgleisung vorgekommen und man fände bei der Untersuchung über die Veranlassung des Unglücks eine gebrochene Schiene und die gebrochene Achse eines der Bahn B gehörenden Wagens, so könnte die Frage entstehen, wer den Schaden zu bezahlen hat, was mit der weiteren Frage zusammenhängt, ob erst die Achse gebrochen ist und in Folge eines Stofses alsdann die Schiene, oder umgekehrt. Die Beantwortung dieser Frage dürfte nicht schwer sein, wenn man den amorphen oder krystallinischen Zustand der Bruchflächen, das Vorhandensein eines „Einbruchs" des „Halbstrahlenbüschels" etc. berücksichtigt, wozu Blatt B hinreichende Anhaltspunkte bietet.

Es erübrigt nur noch meine Ansicht mitzutheilen über die Eingangs dieses Aufsatzes erwähnte Befürchtung, dafs die vielfach wiederholte Bewegung der Moleküle durch Wärme gleichfalls auf die Zerstörung des Zusammenhangs hinwirke. — Allerdings zertheilt Wärme, wie schon erwähnt, die Krystalle, aber es findet dabei Ausdehnung nach allen Richtungen hin statt und bei gleichmäfsiger Erwärmung sind die Spannungen, wenn der amorphe Zustand eingetreten ist, in den Querdimensionen gerade so grofs wie in der Länge; es kommt also weder eine Verminderung des Querschnitts, noch neue Gruppenbildung vor und es kann daher ein Bruch nicht erfolgen, so lange der Aggregatszustand nicht geändert wird.

Ich habe Krupp'schen Achsenstahl härten lassen und dann gebrochen; das Gefüge war viel feiner und matter, als bei nicht gehärtetem. Wurde aber der Stahl erst überhitzt (verbrannt) und dann gehärtet, so war das Gefüge um so mehr dem des ungehärteten ähnlich, je länger die ungewöhnliche Erhitzung gedauert hatte; noch gröber kugelig erschien das Gefüge bei verbranntem nicht gehärteten Stahl. Auch verbranntes Eisen zeigt ein kugeliges Gefüge.

Hieraus scheint zu resultiren, dafs selbst Rothglühhitze noch keine Gruppen bildet, dagegen höhere und andauernde Hitze einen wahren Sturm in den Aetheratomen hervorbringt, so zwar, dafs dieselben sich beim Erkalten wieder zu solchen unregelmäfsigen Gruppen ansammeln, wie wir sie nach dem Schmelzen der Metalle in den Gufsstücken finden.

Die obenerwähnten Versuche Styffe's, welche darthun, dafs die absolute Festigkeit von Stahl und Eisen bei hohen Temperaturen bis zu 200° C. nicht ab-, bei weichem Eisen sogar zunimmt, dürften genügen, Hrn. Bauinspector G. Müller zu widerlegen, welcher in der Zeitschrift des öster. Ing.- u. Architektenvereins 1873, S. 199 sagt: „Nehmen wir den „Fall an, dafs im Verlauf von 24 Stunden ein Brückenstab „eine Schwankung der Temperatur von 15° C. durchmacht, „so beträgt die gesammte Längenänderung $0{,}_{00022}$ seiner „Länge. Ebenso grofs ist die elastische Längenänderung „bei einer Belastung bis zu $^1/_3$ Elasticitätsgrenze. Es spricht „alles dafür, dafs dieser einmalige Temperaturwechsel ganz „dieselbe Wirkung auf den Brückenstab ausübt, wie die „einmalige Belastung" etc.

Zum Schlufs kehre ich noch einmal zur Tafel Q zurück. Ein Blick auf diese zeigt, dafs in fast allen Polygonen irgend ein Punkt vorkommt, von welchem an die Ordinaten sehr rasch wachsen; ich möchte diesen Punkt mit jenem vergleichen, welcher in der Styffe'schen Ausdehnungscurve Fig. 13 dem kleinsten Krümmungsradius entspricht, in dessen Nähe auch die Elasticitätsgrenze liegt, und vermuthe, dafs die diesem Punkte entsprechende Abscisse, d. i. die Belastung, einem für das Material besonders wichtigen Normalzustand, vielleicht jenem entspricht, wo das unregelmäfsige krystallinische Gefüge in ein regelmäfsigeres, mit mehr ausgebildeten Krystallen versehenes übergegangen ist. Bis zu diesem Punkte hängt vielleicht die Zahl der den Bruch bewirkenden Anstrengungen von der Individualität des Versuchsstabes, z. B. den beigemengten fremden Theilen ab, während nachher die allgemeinen Eigenschaften des Materials mehr zur Geltung gelangen. Daher mag es denn wohl kommen, dafs vor diesem Punkte Unregelmäfsigkeiten der Polygone häufiger erscheinen, als nachher. Dafs aber selbst unhomogene Einschlüsse durch kleine, oft wiederholte Anstrengungen in eine weniger schädliche Lage gebracht werden, dürfte nicht ganz unmöglich sein.

Denkt man sich z. B. eine dünne Schlackenschicht einen Stab quer durchsetzend, so kann diese durch kleine Dehnungen und die damit verbundenen Querschnittseinziehungen in mehre Theile getheilt werden, die sich möglicherweise durch die Strömungen des Aethers zur Zugsrichtung parallel stellen und alsdann der Auflösung der Krystalle weniger hemmend entgegen wirken, als vorher. Die Anziehungskraft der homogenen Moleküle zu beiden Seiten der trennenden Schicht war wohl durch diese vermindert, aber nicht aufgehoben und es konnte noch ein Gleichgewicht bestehen zwischen dieser Anziehungskraft und der durch die äufsere Kraft gesteigerten Repulsionskraft des Aethers. Eine gröfsere äufsere Kraft hätte jedoch die sofortige Trennung des Stabes in jener Schlackenschicht hervorgebracht.

Je weniger sich dieser Punkt bei dem Polygon eines Materials bemerklich macht, für um so gleichmäfsiger und reiner dürfte dasselbe gehalten werden müssen. Es zeigt sich dies in dem Polygon Fig 9 des Stangenkupfers — und aus Fig. 7 dürfte hervorgehen, dafs der Krupp'sche Gufsstahl jetzt gleichmäfsiger und bei weitem fester geworden ist, als er im Jahre 1862 war.

Die Zeit und der Raum dieser Blätter erlauben mir nicht, noch mehr Thatsachen zur Begründung meiner Hypothese vom „amorphen Zustand" der Metalle anzuführen, das Mitgetheilte dürfte aber auch genügen, andere Beobachter zur weiteren Forschung anzuregen.

Weit entfernt, alles das, was ich aus dem Aussehen der Bruchflächen abstrahirt, für unumstöfslich wahr zu halten, sehe ich Berichtigungen gern entgegen und werde mich besonders freuen, wenn mir Gelegenheit werden sollte, allenfallsige Zweifel durch Vorzeigung der Originalbruchstücke und deren vergröfserte Photographieen persönlich zu beseitigen.

Spangenberg.

Anhang.

In dem sehr interessanten Werke des Herrn G. Montefiore-Levi & C. Künzel, Essais sur l'emploi de divers alliances et spécialement du Bronze phosphoreux, findet sich S. 111 als Durchschnittsresultat der von Herrn M. David Kirkaldy zu London angestellten Versuche die Zugfestigkeit der gewöhnlichen Bronze zu 23156 Pfd. pro engl. □Zoll angegeben, was mit 1628 Kil. pro □zm übereinstimmt, während die der Phosphorbronze 36047 Pfd. pro □Zoll = 2535 Kil. pro □zm beträgt.

Aus den Versuchen des Herrn Obersten Uchatius in Wien ergiebt sich die Zugfestigkeit

der Phosphorbronze = 3340 bis 5660 Kil. pro □zm,
des Geschützstahls = 5000 - - -
der normalen Geschützbronze = 2200 - - -

Nach den auf der kaiserl. Werft in Kiel ausgeführten Versuchen schwankt die Zugfestigkeit der Phosphorbronze zwischen 39,2 und 45,7 Kil. pro □mm. Bezüglich der Ursachen, denen die entschieden gröfsere Festigkeit der Phosphorbronze gegenüber der gewöhnlichen Bronze zuzuschreiben ist, findet sich S. 28 des angezogenen Werkes die folgende Stelle:

En ajoutant à du vieux bronze en fusion, peu d'instants avant la coulée, une quantité de bronze phosphoreux d'une teneur connue en phosphore, et ayant reconnu par l'expérience que le phosphore en combinaison avec une grande proportion de cuivre et d'étain n'est éliminé que très-lentement par l'action de la chaleur, nous pouvions avoir la certitude que toute diminution dans la quantité de phosphore ajoutée au vieux bronze correspondait presque exactement à l'oxygène contenu dans ce bronze; cinq essais faits dans ces conditions nous ont donné les résultats suivants.

Phosphore ajouté	Phosphore trouvé dans le bronze coulé	Différence dans la teneur en phosphore	Oxygène correspondant à cette différence
0.110	0.020	0.080	0.103
1.133	1.033	0.100	0.129
2.470	2.340	0.130	0.168
0.580	0.260	0.320	0.413
1.000	0.910	0.090	0.116

Ces essais démontrent que le bronze refondu plusieurs fois au contact de l'air absorbe de l'oxygène. Il est, de plus, évident que cet oxygène est à l'état d'oxyde dissous, probablement d'oxyde d'étain; car, si au lieu d'être en combinaison, cet oxygène se trouvait à l'état libre, il devrait se séparer du métal au moment du refroidissement, comme cela se produit pour le cuivre, le nickel, etc., et l'on trouverait, par suite des vides ainsi produits, une différence bien supérieure à tout ce que nos essais ont démontré exister entre le poids spécifique des barres entières et celui des pièces détachées.

Schliefslich folgen hier noch einige die Eigenschaften der Phosphorbronze betreffende Stellen aus einem im Ingenieurverein zu Iserlohn gehaltenen, durch die Gefälligkeit des Herrn Höger mir zur Disposition gestellten Vortrage des Hrn. Director Dr. Grafs:

„Nachdem constatirt war, dafs ein Oxydgehalt die Qualität der Bronze bedeutend verringere, stellte Dr. Künzel Versuche über den Einflufs eines gröfseren oder geringeren Phosphorgehaltes, eines theilweisen Ersatzes des Zinns durch Phosphor, auf die Qualität der Bronze an, nachdem zuvor durch Tractionsversuche bewiesen war, dafs Kupfer mit $\frac{1}{2}$ bis 1 % Phosphorgehalt eine um über das Doppelte gröfsere absolute Festigkeit, als reines Kupfer habe. Diese Versuche führten zu dem Resultate, dafs durch Einführung von $\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ % Phosphor in die Bronze die absolute Festigkeit bis doppelt so grofs, als die Festigkeit der besten gewöhnlichen, oxydfreien, d. h. künstlich desoxydirten Bronze sei, dafs sich die Zähigkeit, d. i. die Ausdehnung vor dem Zerreifsen hierdurch bis auf das Sechsfache steigern liefse und dafs man bei gewissen Zusammensetzungen Härtegrade erreichen könnte, die denen des Stahls gleichkommen.

Eine Erklärung dieser Festigkeitssteigerung sucht der Erfinder der Phosphorbronze in der Existenz einer krystallisirenden, höchst constanten Verbindung aus 1 Th. Phosphorbronze und 9 Th. Zinn, die dem äufseren Ansehen nach dem Zink höchst ähnlich ist und einen mit diesem ungefähr gleichen Schmelzpunkt hat, d. i. also einen um 150° C. höher liegenden Schmelzpunkt, als reines Zinn. Er führt die nicht zu bestreitende Thatsache an, dafs zwei Metalle, die, wenn geschmolzen, langsam abkühlen, krystallisiren, wie z. B. Kupfer und Zink, oder zwei Metalle, die, wenn geschmolzen, durch langsames Abkühlen nicht krystallisiren, wie Blei und Zinn, zusammengeschmolzen in irgend welchen Verhältnissen homogene Legirungen geben, wie z. B. Messing, Muntz-Metall (für Schiffsbeschläge) und die verschiedenen Blei-Zinn-Legirungen, während Legirungen aus einem krystallisirenden Metalle und einem solchen, welches beim Uebergang aus dem flüssigen in den festen Zustand schwer oder nicht krystallisirt, wie z. B. Kupfer und Blei, Kupfer und Zinn etc., stets bei langsamem Abkühlen der flüssigen Legirung in 2 oder mehrere Legirungen zerfallen, also nicht homogene Legirungen geben. Weil nun in der Phosphorbronze anstatt des nicht krystallisirenden Zinnes das gleich dem Zinke krystallisirende Phosphorzinn eingeführt wird, ist die Phosphorbronze stets homogener und von constanterer Zusammensetzung, als gewöhnliche Bronze."

Schliefslich noch die Erklärung, dafs bisher keine andere Phosphorbronze als die von der Firma „Georg Höper & Co. in Iserlohn" gelieferte auf der Station der Königl. Gewerbeakademie geprüft worden ist und daher andere Fabrikanten nicht befugt sind, die von mir mitgetheilten Resultate auf ihre Fabrikate auszudehnen.

Spangenberg,
Professor an der Königl. Gewerbe-Akademie zu Berlin.

Anderweitige Mittheilungen.

Ueber Bestimmung der Maximalmomente von Eisenbahnbrücken für concentrirte Belastung.

(Mit Zeichnungen auf Blatt D und E im Text.)

Die Gurtungsspannungen eines Trägers sind abhängig von dem Angriffsmoment der äufseren Kräfte und erfordert die nothwendige Bestimmung der betreffenden Maximalmomente Zeit raubende Rechnungsoperationen. Zur Vermeidung derselben soll in Nachfolgendem kurz der Gang eines durch langjährige praktische Anwendung erprobten Weges angegeben und für einen bestimmten Normalzug durchgeführt werden.

Allgemeine Entwickelung der Gleichung zur Bestimmung der Maximalmomente.

Als Anhaltspunkt bei Bestimmung der Curve für die Maximalmomente von concentrirten Lasten dient die für einseitige, jedoch gleichmäfsig per Längeneinheit über einen Balken vertheilt angenommene Belastung, deren Gleichung:

$$\mathfrak{M}_x = p_0 l x + \frac{p_1 - p_0}{2} x^2 - \frac{p_1}{4l} x^3 \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

wenn mit $2l$ die Stützweite,
- p_0 das Eigengewicht per Längeneinheit,
- p_1 die variable Belastung per Längeneinheit und Rippe bezeichnet wird. Diese Curve erreicht ihr Maximum für

$$x = 2l\left(\frac{p_1 - p_0}{3p_1} \pm \sqrt{\frac{p_0}{3p_1} + \left(\frac{p_1 - p_0}{3p_1}\right)^2}\right) \quad (2)$$

Gleichung (1) hat die Form:

$$\mathfrak{M}_x = \alpha x + \beta x^2 - \gamma x^3 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Werden die Coëfficienten α, β, γ so bestimmt, dafs diese Curve mit derjenigen der Maximalmomente, die sich aus der concentrirten Belastung ergiebt, drei Punkte gemeinschaftlich

hat, oder zwei Punkte und die Bedingung enthält, dafs die Curve, entgegen der Gleichung 2, ihr Maximum für $x = l$ erreicht, also hierfür eine zur Abscissenaxe parallel laufende Tangente besitzt, so werden diese beiden Curven nahezu congruent sein. Herr von Pauli stellte diese Gleichung als die der concentrirten Belastung am meisten angenähert, zuerst in dieser Form auf. Bezeichnet:

$\mathfrak{M}_l$ das Maximalmoment in der Mitte des Balkens,

${}^m\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}}$ dasselbe in $1/_4$ der Stützweite,

so erhält man die Gleichung für die gesuchte Curve:

$$ {}^m\mathfrak{M}_x = \frac{1}{l}(8\,{}^m\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}} - 4\mathfrak{M}_l)\,x + \frac{1}{l^2}(11\mathfrak{M}_l - 16\,{}^m\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}})\,x^2 - \frac{1}{l^3}(6\mathfrak{M}_l - 8\,{}^m\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}})\,x^3 \quad . \; . \; . \; . \quad (4)$$

Die der Parabel entsprechende Momentencurve würde sein:

$$ {}'\mathfrak{M}_x = \frac{1}{l}(6\mathfrak{M}_l - 4\mathfrak{M}_l)\,x + \frac{1}{l^2}(11\mathfrak{M}_l - 12\mathfrak{M}_l)\,x^2 + \frac{1}{l^3}(6\mathfrak{M}_l - 6\mathfrak{M}_l)\,x^3 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (5)$$

Da nun aber ${}^m\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}} > {}^3/_4\,\mathfrak{M}_l$, so geht daraus hervor, dafs in Gleichung 4 der Coëfficient des ersten und dritten Gliedes stets positiv ist, der des zweiten Gliedes stets negativ. Letzterer wird für die Parabel zu Null, deren Gleichung also heifst: ${}'\mathfrak{M}_x = \frac{2}{l}\,\mathfrak{M}_l\,x - \frac{1}{l^2}\,\mathfrak{M}_l\,x^2 \quad . \; . \; . \; . \quad (5^a)$

hierbei bezeichnet: ${}'\mathfrak{M}_x$ das einem Schnitt x entsprechende Moment nach der Parabel gebildet,

${}^m\mathfrak{M}_x$ dasselbe der concentrirten Belastung entsprechend.

Wird $l = 1$ gesetzt, so geht Gleichung 4 über in:

$$ {}^m\mathfrak{M}_x = (8\,{}^m\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}} - 4\mathfrak{M}_l)x + (11\mathfrak{M}_l - 16\,{}^m\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}})x^2 + (8\,{}^m\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}} - 6\mathfrak{M}_l)x^3 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (6)$$

und Gleichung 5 oder 5^a wird:

$$ {}'\mathfrak{M}_x = 2\cdot\mathfrak{M}_l\,x - \mathfrak{M}_l\,x^2 = \mathfrak{M}_l\,x\,(2 - x) \quad . \; . \quad (7)$$

Wird Gleichung 7 von Gleichung 6 abgezogen, so erhält man:

$$ {}^m\mathfrak{M}_x - {}'\mathfrak{M}_x = (8\,{}^m\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}} - 6\mathfrak{M}_l)\,(x - 2x^2 + x^3) \; . \quad (8)$$

für $x = 0{,}_5$ wird somit: ${}^m\mathfrak{M}_x - {}'\mathfrak{M}_x = {}^m\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}} - {}^3/_4\,\mathfrak{M}_l$. (9)

Wird schliefslich noch Gleichung 8 durch Gleichung 7 dividirt, so ergiebt sich unter Berücksichtigung von Gleichung 9 nach mehreren Vereinfachungen:

$$\frac{{}^m\mathfrak{M}_x - {}'\mathfrak{M}_x}{{}'\mathfrak{M}_x} = \frac{\varDelta\mathfrak{M}_x}{{}'\mathfrak{M}_x}$$

$$= \frac{{}^m\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}} - {}^3/_4\mathfrak{M}_l}{\mathfrak{M}_l}\,(x - 6x + x^2 + {}^1/_2\,x^3 + {}^1/_4\,x^4 + {}^1/_8\,x^5 + \cdots)$$

$$= \frac{{}^m\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}} - {}^3/_4\,\mathfrak{M}_l}{\mathfrak{M}_l}\cdot k = \frac{\varDelta\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}}}{\mathfrak{M}_l}\cdot k \quad . \; . \; . \quad (10)$$

hieraus $\quad {}^m\mathfrak{M}_x = {}'\mathfrak{M}_x\left(1 + \frac{\varDelta\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}}}{\mathfrak{M}_l}\cdot k\right) \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (11)$

Am einfachsten und allgemeinsten gestaltet sich die Rechnung, wenn man in Gleichung 7 und 10

$\mathfrak{M}_l = 1$ setzt, so dafs Gl. 7

übergeht in $\quad {}'\mathfrak{M}_x = x\,(2 - x) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (7^a)$

und Gleichung 11 erhält dann die Form:

$$ {}^m\mathfrak{M}_x = x\,(2 - x)\left(1 + \frac{\varDelta\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}}}{\mathfrak{M}_l}\cdot k\right) . \quad . \; . \quad (12)$$

Bestimmung der entwickelten Momenten-Gleichung aus ihren einzelnen Factoren für concentrirte Belastung.

k ist unabhängig von der Stützweite und kann somit ein für allemal berechnet werden. Aus Gleichung 10 folgt:

$$k = \frac{\mathfrak{M}_l}{{}'\mathfrak{M}_x}\cdot\frac{{}^m\mathfrak{M}_x - {}'\mathfrak{M}_x}{{}^m\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}} - {}^3/_4\,\mathfrak{M}_l} \quad . \; . \; . \quad (13)$$

für $x = 0{,}_5$ wird $\dfrac{{}^m\mathfrak{M}_x - {}'\mathfrak{M}_x}{{}^m\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}} - {}^3/_4\,\mathfrak{M}_l} = \dfrac{{}^m\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}} - {}^3/_4\,\mathfrak{M}_l}{{}^m\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}} - {}^3/_4\,\mathfrak{M}_l} = 1,$

somit geht Gl. 13 über in:

$$k = \frac{\mathfrak{M}_l}{{}'\mathfrak{M}_x}\cdot 1 = \frac{\mathfrak{M}_l}{{}^3/_4\,\mathfrak{M}_l} = \frac{4}{3}.$$

Für $x = 0$ wird $k = 4$; für $x = 1$ wird $k = 0$.

Die übrigen Werthe ergeben sich durch Einsetzung bestimmter Werthe für x in den Ausdruck für k,

$$k = (4 - 6x + x^2 + {}^1/_2\,x^3 + {}^1/_4\,x^4 + {}^1/_8\,x^5 + {}^1/_{16}\,x^6 + {}^1/_{32}\,x^7 + \cdots {}^1/_{16384}\,x^{16} + \cdots),$$

welche auf Bl. D von $x = 0$ bis $x = 1$ graphisch zusammengestellt sind. Gleichzeitig ist jene Parabel mit eingezeichnet, die Fufs- und Scheitelpunkt mit dieser Curve gemeinschaftlich hat, um den Grad der Abweichung beider Curven von einander bequem übersehen zu können.

Zur Bestimmung der Werthe $\dfrac{\varDelta\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}}}{\mathfrak{M}_l} = \dfrac{{}^m\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}} - {}^3/_4\,\mathfrak{M}_l}{\mathfrak{M}_l}$ für die verschiedenen Stützweiten sind umfangreiche Rechnungen durch Anlegung einer Tabelle, die sämmtliche Maximalmomente $\mathfrak{M}_l$ und ${}^m\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}}$ für die einzelnen Stützweiten enthält, nothwendig. Das Resultat dieser Arbeit ist auf Bl. D für eine Belastung durch drei Tender-Locomotiven von je 60 Tonnen Gewicht und $110{,}_{00}$ ^{dm} Länge mit in unbegrenzter Zahl folgenden Wagen von je 16 Tonnen Gewicht und $52{,}_{00}$ ^{dm} Länge graphisch zusammengestellt. Stellung und einzelne Gewichte sind aus der Zeichnung auf Bl. D zu entnehmen. Bis zu $l = 11{,}_{80}$ ^{dm} für ${}^m\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}}$ und bis zu $l = 15{,}_{40}$ ^{dm} für $\mathfrak{M}_l$ ist eine Schnellzug-Locomotive mit 8 Ton. Gewicht für das mittlere Triebrad berücksichtigt. Von den übrigen Rädern betritt keines die Stützweite. Die punktirten Linien geben die Werthe für $\dfrac{\varDelta\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}}}{\mathfrak{M}_l}$, die mit $2p$ bezeichneten Linien sind die den jeweiligen Maximalmomenten entsprechenden, gleichmäfsig per Längeneinheit über den Balken vertheilt angenommenen Belastungen per Geleise, und zwar entspricht immer die ausgezogene untere Linie dem Maximalmoment in der Mitte ($2\,\mathfrak{M}_l$), die Strich-punktirte obere (—·—·—) dem in $1/_4$ der Stützweite ($2\,{}^m\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}}$). Bei beiden Curven, $2p$ und $\dfrac{\varDelta\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}}}{\mathfrak{M}_l}$ werden für die zugehörigen Stützweiten die Hunderter aus der Zeichnung entnommen — sie befinden sich am Ende der Curven klein eingeklammert und auf denselben selbst angegeben — die Zehner an der Skala abgelesen.

Der Factor $x\,(2 - x)$ kommt einer Parabel zu, die auf Bl. D bei den Maximalmomenten aufgezeichnet und mit $0{,}_{00}$ bezeichnet ist.

Die Maximalmomente nach Gleichung 12 sind auf Bl. D für die verschiedenen Werthe von $\dfrac{\varDelta\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}}}{\mathfrak{M}_l}$, welche auf den Curven eingeschrieben stehen, zusammengestellt, und sind somit sämmtliche Momente für alle in Rechnung gezogenen Stützweiten (von 0 bis über 100^m) hierdurch bereits aufgezeichnet. Für einen bestimmt vorliegenden Fall braucht nur entweder der Maafsstab für die Momente geändert zu werden, oder es sind alle aufgetragenen Werthe mit $\mathfrak{M}_l$ zu multipliciren. Zwischenliegende Curven lassen sich leicht eintaxiren, wenn für diese $\dfrac{\varDelta\mathfrak{M}_{\frac{l}{2}}}{\mathfrak{M}_l}$ bekannt ist. Die Abstände

der Schnittpunkte dieser Linien mit den zugehörigen Ordinaten sind nämlich diesem Verhältnifs, weil k constant, direct proportional, somit beispielsweise für $\frac{\Delta \mathfrak{M}_{l_2}}{\mathfrak{M}_l} = 0, 0{,}_{01}, 0{,}_{02}$ etc. unter sich einander gleich.

Um Irrungen zu vermeiden, soll noch bemerkt werden, dafs alle Gewichte in Tonnen (1 Tonne = 1000 Kilogramm) und alle Maafse in Decimetern zu nehmen sind. Es ergaben sich hierdurch bequeme Zahlen.

Entwickelung der Gleichung der Maximalmomente unter Annahme gleichförmig vertheilter Belastung p_1 und p_{11}.

Zur Auffindung des Gesetzes, nach welchem $\frac{\Delta \mathfrak{M}_{l_2}}{\mathfrak{M}_l}$ gebildet ist, und um zu zeigen, in wie weit es statthaft ist, eine gleichmäfsig per Längeneinheit vertheilte Belastung p_1 der Locomotiven und p_{11} der nachfolgenden Wagen annehmen zu können, soll in Nachfolgendem eine Untersuchung über diese Art der Belastung angestellt werden.

Das dem Abstande x — mit Beziehung auf nachstehende Figur — zunächstgelegene Rad wird immer das Maximum liefern.

Es sind vor Allem zwei Fälle zu unterscheiden, nämlich 1) $x \leqq \frac{a}{2}$ und 2) $x \geqq \frac{a}{2}$.

I. Fall: $x \leqq \frac{a}{2}$.

Für eine Abscisse l_1 wird das Moment:

$$\mathfrak{M}_{l_1} = \frac{l_1}{2l}\left[p_1 a (2l - l_1 + x) + \frac{p_{11}}{2}\left(2l - l_1 - \frac{a}{2} + x\right)^2\right] - \frac{p_1}{2}\left(\frac{a}{2} + x\right)^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

Diese Curve erreicht ihr Maximum für

$$x = \frac{a l_1 (p_1 - {}^1/_2 p_{11}) + l(2 p_{11} l_1 - p_1 a) - p_{11} l_1^2}{2 l p_1 - p_{11} l_1} \qquad (15)$$

Für $l = l_1$ ergiebt sich das Maximalmoment in der Mitte zu

$$\mathfrak{M}_l = {}^1/_2 \left[a p_1 (l + x) + \frac{p_{11}}{2}\left(l + x - \frac{a}{2}\right)^2\right] - \frac{p_1}{2}\left(\frac{a}{2} + x\right)^2 \quad (16)$$

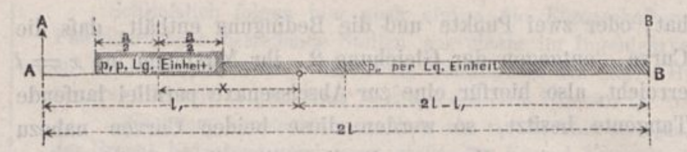
$$\text{wobei } x = \frac{p_{11}\left(l - \frac{a}{2}\right)}{2 p_1 - p_{11}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

Ebenso erhält man für $^1/_4$ der Stützweite, wenn in Gl. 14 u. 15 $l_1 = \frac{l}{2}$ gesetzt wird:

$$^{m}\mathfrak{M}_{l_2} = {}^1/_4 \left[2 p_1 a l - p_1 a \frac{l}{2} + p_1 a x + \frac{p_{11}}{2}\left(\frac{3l - a}{2} + x\right)^2\right] - \frac{p_1}{2}\left(\frac{a}{2} + x\right)^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18)$$

$$\text{wobei } x = \frac{3 p_{11} l - a (2 p_1 + p_{11})}{2 (4 p_1 - p_{11})} \quad . \quad . \quad (19)$$

II. Fall: $x \geqq \frac{a}{2}$.



In ähnlicher Weise, wie oben, ergiebt sich mit Berücksichtigung vorstehender Figur, für eine Abscisse l_1

$$\mathfrak{M}_{l_1} = \frac{l_1}{2l}\left[p_1 a (x + 2l - l_1) + \frac{p_{11}}{2}\left(2l - l_1 - \frac{a}{2} + x\right)^2\right] - p_1 a x - \frac{p_{11}}{2}\left(x - \frac{a}{2}\right)^2 \quad . \quad . \quad . \quad (20)$$

Das Maximum ergiebt sich für:

$$x = \frac{l_1\left[p_1 a + p_{11}\left(2l - l_1 - \frac{a}{2}\right)\right] + a l (p_{11} - 2 p_1)}{p_{11}(2l - l_1)} \quad (21)$$

Für die Mitte ist zu setzen: $l_1 = l$ und es wird:

$$\mathfrak{M}_l = {}^1/_2 \left[p_1 a (l + x) + \frac{p_{11}}{2}\left(l + x - \frac{a}{2}\right)^2\right] - p_1 a x - \frac{p_{11}}{2}\left(x - \frac{a}{2}\right)^2 \quad . \quad . \quad (22)$$

$$\text{wobei } x = \frac{p_{11}(a + 2l) - 2 p_1 a}{2 p_{11}} \quad . \quad . \quad (23)$$

Für $^1/_4$ der Stützweite wird, wenn $l_1 = \frac{l}{2}$ gesetzt wird:

$$^{m}\mathfrak{M}_{l_2} = {}^1/_4 \left[p_1 a \left(x + \frac{3}{2} l\right) + \frac{p_{11}}{2}\left(\frac{3}{2} l + x - \frac{a}{2}\right)^2\right] - p_1 a x - \frac{p_{11}}{2}\left(x - \frac{a}{2}\right)^2 \quad . \quad . \quad . \quad (24)$$

$$\text{wobei } x = \frac{p_{11}(a + l) - 2 p_1 a}{2 p_{11}} \quad . \quad . \quad . \quad (25)$$

Werden für die verschiedenen Stützweiten als Abscissen die zugehörigen Momente als Ordinaten aufgetragen, so erhält die Momentencurve ($\mathfrak{M}_l$ und $^{m}\mathfrak{M}_{l_2}$) für $x = \frac{a}{2}$ einen Bruch. Die zugehörigen Stützweiten berechnen sich für Curve $\mathfrak{M}_l$ aus Gleichung 17 oder 23 zu:

$$\frac{a}{2} = \frac{p_{11}(a + 2l) - 2 p_1 a}{2 p_{11}} \qquad l = a \frac{p_1}{p_{11}} \quad . \quad (26)$$

und für Curve $^{m}\mathfrak{M}_{l_2}$ aus Gleichung 19 oder 25 zu:

$$\frac{a}{2} = \frac{p_{11}(a + l) - 2 p_1 a}{2 p_{11}} \qquad l = 2a \frac{p_1}{p_{11}} \quad . \quad (27)$$

Für eine Belastung durch drei Tender-Locomotiven und nachfolgenden Wagen, wie sie auf Bl. D angegeben ist, würde zu setzen sein:

$a = 330^{dm}$, $p_1 = 0{,}_{273}$ Tonnen, $p_{11} = 0{,}_{154}$ Tonnen, und es gehen vorstehende Gleichungen in folgende über:

I. Fall: $x \leqq \frac{a}{2}$

Nach Gleichung 26 ist $\mathfrak{M}_l$ zulässig von:

$l = 165$ bis $l = 585^{dm}$. Hierbei

$$\mathfrak{M}_l = 70 (0{,}_{3907} l + 0{,}_{000766} l^2 - 32{,}_{23}) \quad . \quad (28)$$

$$\text{wobei } x = 0{,}_{3929} l - 64{,}_{83} \quad . \quad . \quad . \quad (29)$$

Nach Gleichung 27 ist $^{m}\mathfrak{M}_{l_2}$ zulässig von

$l = 165$ bis $l = 1170^{dm}$. Hierbei

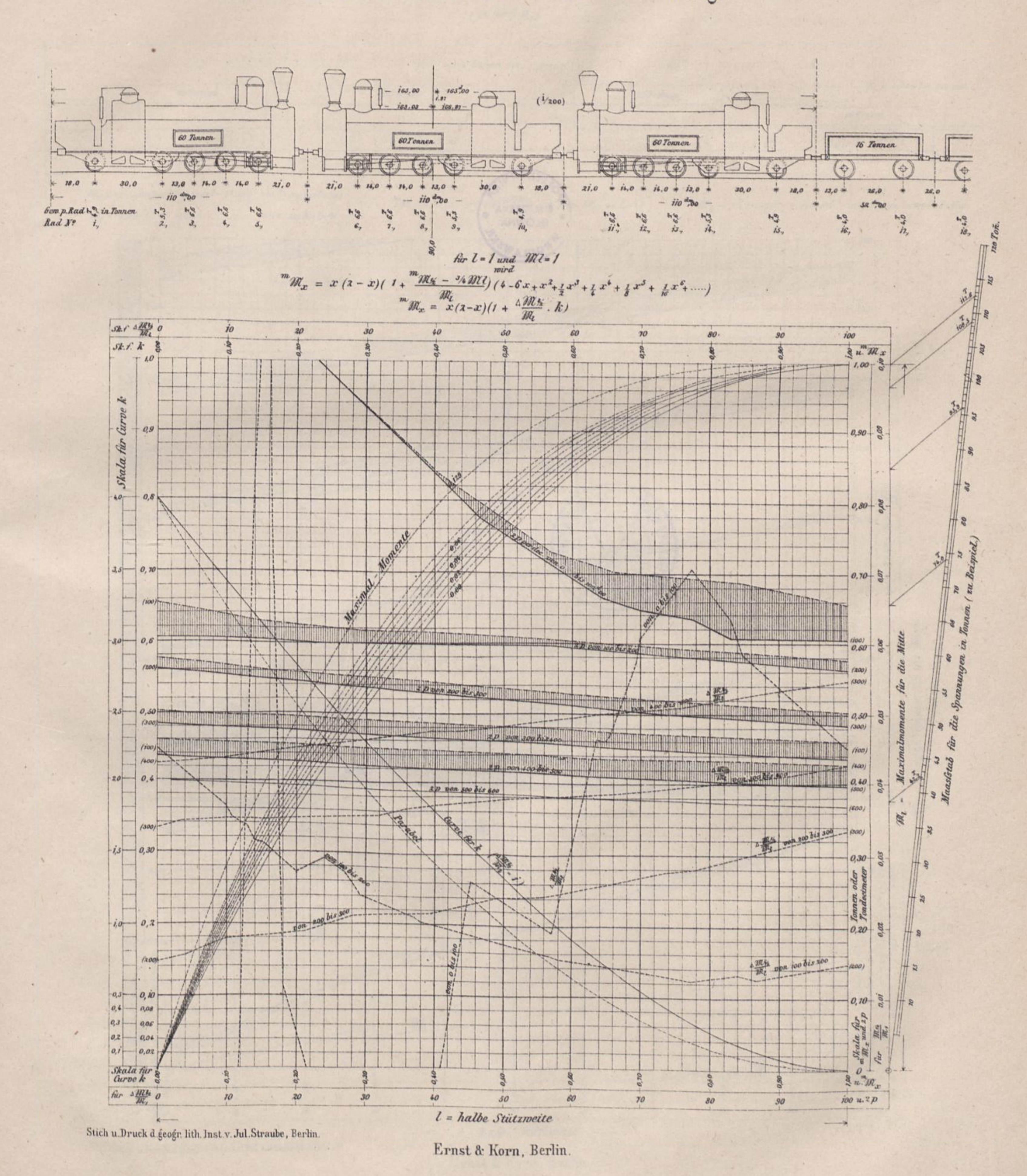
$$^{m}\mathfrak{M}_{l_2} = 7 (2{,}_{4491} l + 0{,}_{007203} l^2 - 202{,}_{03}) \quad . \quad (30)$$

$$\text{wobei } x = 0{,}_{2463} l - 123{,}_{13}. \quad . \quad . \quad . \quad (31)$$

II. Fall: $x \geqq \frac{a}{2}$

Nach Gleichung 26 ist $\mathfrak{M}_l$ zulässig von:

Maximalmomente für concentrirte Belastung.



Stich u. Druck d. geogr. lith. Inst. v. Jul. Straube, Berlin.

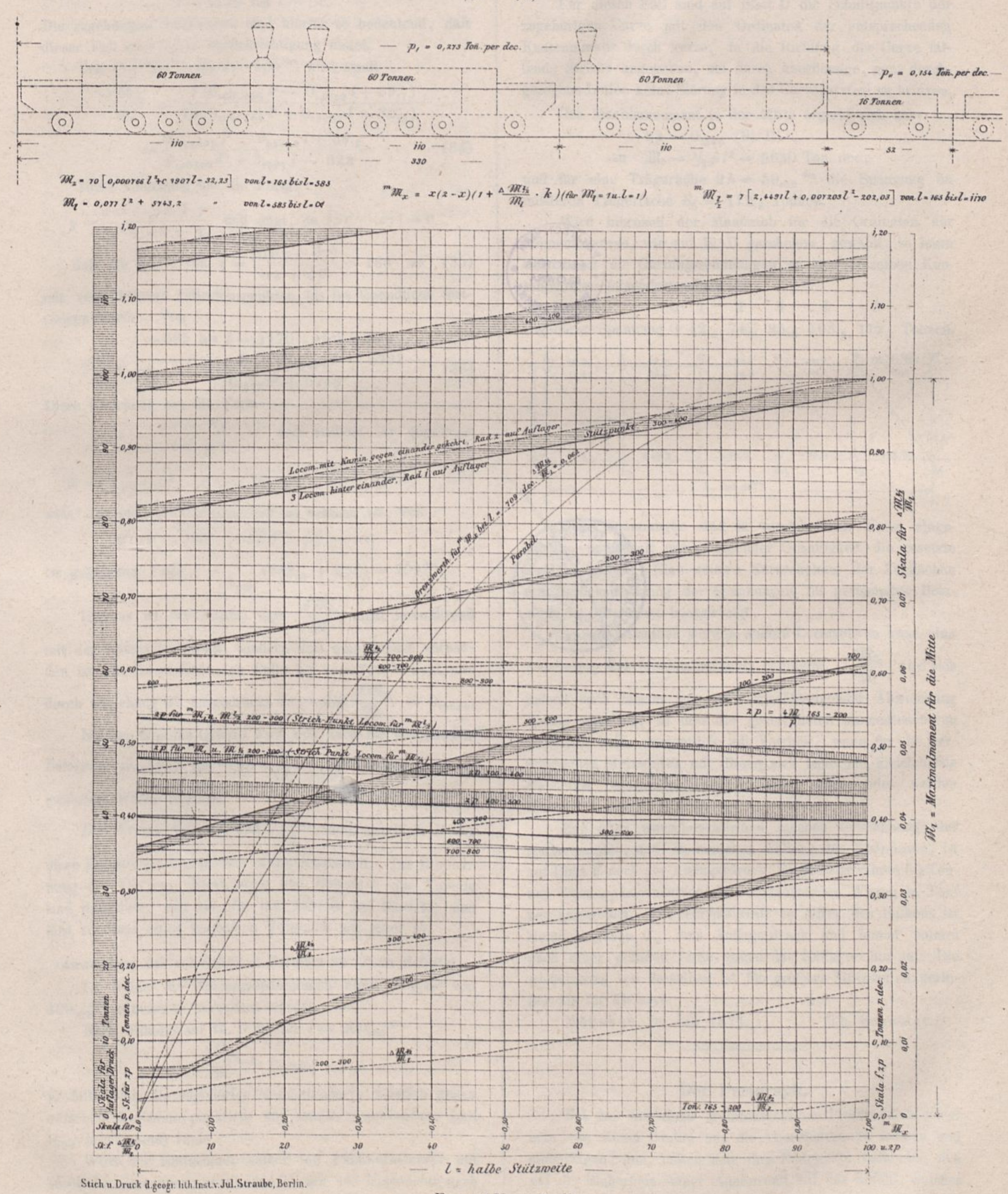
Ernst & Korn, Berlin.

Zeitschr. f. Bauwesen 1875.

Jahrg. XXV Bl. E.

Zur Bestimmung der Maximalmomente für gleichmässig vertheilte Belastung.

($p_,$ und $p_{,,}$)

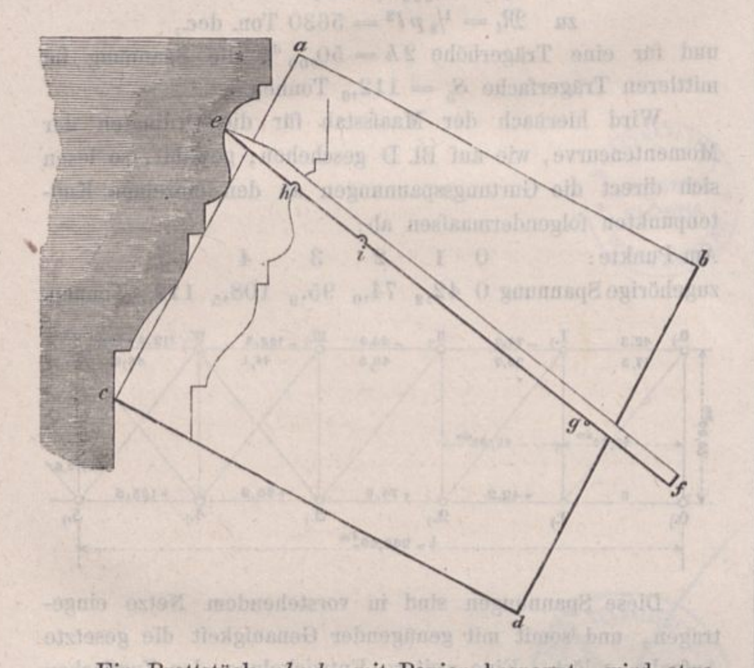


Stich u. Druck d. geogr. lith. Inst. v. Jul. Straube, Berlin.

Ernst & Korn, Berlin.

man für die Schweifung und Schwellung der Linien zu haben glaubt, zu verlassen. Diese Zuversicht wird nicht immer von andern getheilt, und sie finden nicht mit Unrecht bald die Eleganz, bald die Rohheit nicht genügend stylgerecht. Es scheint daher wünschenswerth, eine Methode zu finden, mittelst deren dergleichen Aufnahmen auf rein mechanischem Wege ohne individuelles Zuthun auszuführen sind.

Eine solche habe ich jedoch in der Literatur und bei bewährten Zeichnern vergeblich gesucht — und wenn es andern auch so gegangen ist, so ist die nachstehende vielleicht willkommen.



Ein Brettstück *abcd*, mit Papier bespannt, wird etwa von der Leiter aus mit der linken Hand an das aufzunehmende Capitäl angehalten. Ein Lattenstück *ef* ruht oder schleift auf einem in *g* vorstehenden Drahtstift, während das andere, angeschärfte Ende *e* mit der Rechten dem Capitälprofil nachgeführt wird; gleichzeitig zeichnet ein in *h* befestigter Bleistift auch ein Profil auf das Papier. Es ist nicht das richtige, sondern nur eine Carricatur desselben, in der nicht einmal die geraden Linien gerade bleiben. Aber es dient uns, das richtige Profil zu reconstruiren, indem wir es als Leitcurve benutzen.

Zu Hause angekommen, wird an das Papier ein anderes geheftet, der Bleistift von *h* nach *e* versetzt und in *h* durch eine Drahtspitze als Zeiger ersetzt. Fährt man nun mit diesem dem gezeichneten Profil nach, so wird auch der Bleistift in *e* denselben Weg wie an Ort und Stelle machen, er wird das richtige Profil zeichnen. — Dies ist die einfache Idee. In der Praxis läfst sich jedoch der Bleistift nicht wohl an der Anschärfung der Latte befestigen. Man läfst ihn daher fest, wo er ist, und bringt in einer Entfernung $hi = eh$, in *i* den Zeiger an, mit welchem man dann wie eben gesagt verfährt.

Dafs man auf demselben, auf dem Brett befestigten Papierblatt, bei gehöriger Bezeichnung und jedesmaliger Markirung der zugehörigen Lothrechten, eine Menge Profile aufnehmen kann; dafs man den Ort für den Drahtstift so wählt, wie man am vollständigsten der Profillinie folgen kann; dafs man Profilstellen, zu denen man mit der angeschärften Latte nicht kommen kann, aus freier Hand ergänzt oder mittelst einer anderen Stellung des Brettes oder des Drahtstiftes extra aufnehmen mag; dafs man sich die unverrückte Stellung des Brettes durch eine angelehnte Stange erleichtern kann; dafs man statt unserer einfachen Latte sich auch ein feineres Instrument anfertigen lassen, und diesem den als Ueberschrift gewählten Namen Perigraph geben kann — sind Dinge, die sich in den Händen practischer Männer zu sehr von selbst verstehen, als dafs ich sie hier noch in die Breite ziehen möchte.

Wiesbaden, August 1874. A. v. Cohausen.

Literatur.

Verzeichnifs neu erschienener oder neu aufgelegter Werke des Bau- und Ingenieurwesens.

1874.

Alzinger, F. u. H Grave, Geschichte und Verhältnisse des Wien-Flusses, sowie Anträge für dessen Regulirung und Nutzbarmachung. gr. 8⁰. Wien. 20 Sgr.

Anderssohn, A., Die Mechanik der Gravitation durch die Lehre der Wärme-Mechanik erklärt. gr. 8⁰. Breslau. $^1/_6$ Thlr.

Anlegung und Betrieb von Dampfkesseln und Dampfapparaten. gr. 16⁰. München. $4^1/_2$ Sgr.

Anlegung, die, und der Betrieb von Dampfkesseln und Dampfapparaten. 8⁰. Würzburg. $3^1/_2$ Sgr.

Arbeitshäuser, die, in Böhmen. Lex.-8⁰. Prag. $1^1/_3$ Thlr.

Architektonisches Skizzenbuch. Eine Sammlung von Landhäusern, Villen, ländlichen Gebäuden, Gartenhäusern, Gartenverzierungen, städtischen Wohngebäuden, Decorationen innerer Räume, Gittern, Erkern, Balcons, Blumenfenstern, Brunnen, Springbrunnen, Hofgebäuden, Einfassungsmauern, Candelabern, Grabmonumenten und anderen kleinen Baulichkeiten, welche zur Verschönerung baulicher Anlagen dienen und in Berlin, Potsdam und anderen Orten ausgeführt sind. Mit Details. gr. 4. In Heften von 6 Blatt in reichem Farbendruck, Lithographie und Stich. Heft 123—129 à $1^1/_3$ Thlr. Bei Entnahme der ganzen Sammlung: Hefte 1—111 à 1 Thlr.; Hefte 112—129 à $1^1/_3$ Thlr. Einzelne Hefte ohne Ausnahme: à $1^1/_3$ Thlr. (Jährlich erscheinen von dieser Sammlung 6 Hefte.)

Auer, H., practisch-ästhetische Andeutungen zum Bau der Quai-Anlagen in und bei Zürich. gr. 8⁰. Zürich. $^1/_2$ Thlr.

Barbensi, A., sulle principali macchine presentate all'esposizione universale di Vienna. Relazione fatta per incarico della camera di commercio di Firenze. In-8⁰. 242 p. con 38 tav. litogr. Firenze-Roma, tip. della Gazzetta d'Italia. 21 L.

Bau- u. Gewerbskalender f. d. J. 1875. Bearbeitet von E. Bardenwerper. 16⁰. geb. Strafsburg. 28 Sgr.

Bauernfeind, C. M. v., das Bayerische Präcisions-Nivellement. 3. Mittheilg. gr. 4. München. 13 1/2 Sgr.

Bauhandbuch, deutsches. Eine systematische Zusammenstellung der Resultate der Bauwissenschaften mit allen Hilfswissenschaften in ihrer Anwendung auf das Entwerfen und die Ausführung der Bauten. 1/2. Lfg. gr. 8°. Berlin. à 1 2/3 Thlr.

Bauhandwerker-Kalender, deutscher, für 1875. Herausgegeben von W. Jeeb. 8°. geb. Leipzig. 28 Sgr.

Bauten und Entwürfe. Herausgegeben vom Dresdner Architekten-Verein. 1. Lfg. Fol. Dresden. 2 Thlr.

Bauzeitung, allgemeine. Gegründet von Chr. L. Förster, redigirt von A. Köstlin. 39. Jahrg. 1874. (12 Hefte.) Fol. Wien. 13 Thlr.

Bericht über den Bau und den Bestand der k. k. priv. österreichischen Nordwest-Bahn mit Bezug auf die im eigenen Pavillon ausgestellten Gegenstände, Pläne u. statistischen Ausweise. Fol. Wien. 4 Thlr.

Bethke, H., Details für decorativen Holzbau. 3. bis 6. Lfg. Fol. Stuttgart. à 1 Thlr.

Bock, F., Rheinlands Baudenkmale des Mittelalters. 3. Serie. gr. 8. Cöln. 2 Thlr.

Bow, R. H., Economics of Construction in relation to framed Structures. 8°. 90 p. cloth. London. 5 sh.

Breymann, G. A., allgemeine Bauconstructionslehre. 3. Thl. Eisenconstructionen. 4. Aufl. 1.—4. Lfg. gr. 4. Stuttgart. à 1/2 Thlr.

Brosius, J. u. R. Koch, die Schule des Locomotivführers. 1. Abth. 2. Aufl. Wiesbaden. 1/3 Thlr.

Bühlmann, J., die Architektur des classischen Alterthums und der Renaissance. 2. Abth. 1. Heft. Bogenstellungen. gr. Fol. Stuttgart. 2 Thlr.

Burn, R. Scott, Building Construction, showing the employment of Timber, Lead, and Ironwork in the Practical Construction of Buildings. 2 vols. Text and Plates. 12°. 136 p. cloth. London. each vol. 1 sh.

Chabat, Pierre, Dictionnaire des termes employés dans la construction. 1er Fascicule. In-8°. Paris. 10 fr. L'ouvrage complet formera 2 vol. in-8°. 40 fr.

Choisy, A., l'art de bâtir chez les Romains. In-4°. Paris. 60 fr.

Civilingenieur, der, Zeitschrift für das Ingenieurwesen. Herausgegeben von K. R. Bornemann. Neue Folge. 20. Bd. (8 Hefte.) 1. Heft. gr. 4°. Leipzig. pro compl. 10 Thlr.

Cremer, A., Die Herstellung der Domkirche in Limburg an der Lahn. Mit neun Kupfertafeln und vielen Holzschnitten. gr. Folio. cart. 4 2/3 Thlr.

Dampfkessel-Revisionsbuch. 7. Aufl. Fol. geb. Hagen. 1/3 Thlr.

Dampfkessel-Revisionsbuch. 2. Aufl. Fol. geb. Hannover. 12 Sgr.

Debauve, ..., Ponts et viaducs en maçonnerie. In-8°, et atlas de 37 pl. Paris. 25 fr.

Decomble, ..., Routine des ponts en maçonnerie, déduite des diverses expériences et du mémoire de M. J. Saint-Guillem. In-4°, avec planches. Paris. 12 fr. 50.

Details, architektonische, redig. von B. Liebold. 1.—4. Heft. Fol. Halle. à 1 Thlr.

Eassie, Wm., Sanitary Arrangements for Dwellings. Intended for the use of Officers of Health, Architects, Builders, and Householders. Post-8°. 190 p. cloth. London. 5 sh. 6 d.

Engel, ..., zur Statistik der Dampfkessel und Dampfmaschinen in allen Ländern der Erde. gr. 8°. Berlin. 1/2 Thlr.

Engineering. Deutsche Ausgabe. Herausgegeben und redigirt von J. v. Stummer-Traunfels. 1. u. 2. Bd. gr. 4°. Wien. à 6 2/3 Thlr.

Eugène, J. B., Etudes sur les chemin de fer et les télégraphes électriques, au point de vue de la défense du territoire. 2 vol. In-8°. Bruxelles. 12 fr.

Fehrmann, E. G., Album für Baudecoration und Zimmerschmuck. 1. Lfg. Fol. Dresden. 1 2/3 Thlr.

Flattich, W., der Eisenbahn-Hochbau in seiner Durchführung auf den Linien der k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft. gr. 8°. Mit Atlas in Fol. Wien. 20 Thlr.

Fränkel, W. u. R. Heyn, Atlas des Bauwesens. qu.-Fol. Leipzig. 2 Thlr., gbd. 2 5/6 Thlr.

Gendt, Fr., J. G. van, Bouwkalender voor 1874. 4e jaargang. Smal 8°. (2 en 56 bl. met agenda en eenige bl. advertenties). Amsterdam. In linnen 1 fl.

Glasmalerei, die, in ihrer Anwendung auf den Profanbau. Von Dr. H. O. gr. 8°. Berlin. 1 1/3 Thlr.

Gottgetreu, R., physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien. 2. Aufl. 1. Bd. gr. 8. Berlin. 3 1/3 Thlr.

Gottlob, S., die Locomobilen und halbstabilen Dampfmaschinen auf der Wiener Weltausstellung. gr. 8°. Leipzig. 12 Sgr.

Grave's, H., österreichisch-ungarischer Bau- und Ingenieur-Almanach für 1874. 17. Jahrg. gr. 16°. geb. Wien. 1 1/3 Thlr.

Grebenau, H., Resultate aus den Pegelbeobachtungen aus den elsafs-lothringischen Flüssen Rhein u. Mosel von 1807 bis 1872 incl., gr. 8°. Strafsburg. 2 Thlr. 17 1/2 Sgr.

Greive, Jr. J. C., Het Noordzeekanal. Naar de natuur geteekend en op steen gebracht. gr. Fol. 8 gelith. platen. Amsterdam. In portefeuille. 20 fl., gekleurd 40 fl.

Gropius und Schmieden. Evacuations-Pavillon für die Kranken-Anstalt Bethanien in Berlin. Mit 1 Kupfertafel. gr. 8. geh. 1/3 Thlr.

Grothe, D., Kennis van werktuigen ten dienste van civiel-ingenieurs, architekten enz. Vooral als leiddraad bij het onderwijs aan de polytechnische school. Met houtgravures. 1e deel: Machines voor het hijschen van lasten en het opvoeren van water. gr. 8°, 4 en 216 bl. Arnhem. 2 fl. 75.

Gugler, B., Lehrbuch der descriptiven Geometrie. 3. Aufl. gr. 8°, mit Atlas in 4°. Stuttgart. 2 2/3 Thlr.

Guillaume, L., Hygiène des écoles. Conditions architecturales et économiques. In-8°, avec figures. Paris. 2 fr.

Guilmard, D., Ornamenten-Schatz. 3. Aufl. 6. u. 7. Lfg. gr. 4°. Leipzig. 16 Sgr.

Haarmann's, F. L., Zeitschrift für Bauhandwerker, herausgegeben von G. Haarmann. 18. Jahrg. 1874 (12 Nrn.). gr. 4°. Halle. Vierteljährlich 3/4 Thlr.

Haberl, C., das Orientiren des Mefstisches und Bestimmen von Standpunkten mit dem Mefstische oder einem Winkelinstrumente. 2. Aufl. gr. 8°. Wien. 12 Sgr.

Hagen, G., Ueber Form und Stärke gewölbter Bogen. Mit einer Kupfertafel. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. gr. 8. geh. 5/6 Thlr.

Hagen, G., Messung des Widerstandes, den Planscheiben erfahren, wenn sie in normaler Richtung gegen ihre Ebenen durch die Luft bewegt werden. gr. 4°. cart. Berlin. 1/2 Thlr.

Hagen, G., Handbuch der Wasserbaukunst. Dritte neu bearbeitete Aufl. Theil II. Die Ströme. Vierter Band. gr. 8. mit Atlas in Fol. 4 Thlr.

Mit diesem Bande ist das Werk vollständig und tritt vom 1. Januar 1875 ab der erhöhte Preis von 4 2/3 Thlr. pro Band ein.

(Preis des vollständigen Werkes, umfassend 10 Bände, 46 2/3 Thlr.)

Handbuch für specielle Eisenbahn-Technik, herausgegeben von E. Heusinger v. Waldegg. 2. Bd. Der Eisenbahn-Wagenbau. 2. Hälfte. 2. Aufl. Lex.-8°. Leipzig. 5 Thlr.

— — Dasselbe. 3. Bd. Der Locomotivbau. 1. Hälfte. Lex.-8°. Leipzig. 4 Thlr.

Hanhart, H. und A. Waldner. Tracirungs-Handbuch für die Ingenieurarbeiten im Felde bei der Projectirung und dem Bau von Eisenbahnen und Wegen. Mit Holzschnitten. kl. 8°. cart. 1 1/3 Thlr.

Hart, J., die Werkzeugmaschinen für den Maschinenbau zur Metall- und Holzbearbeitung. 2. Aufl. 4. Lfg. gr. 8°. Mit Atlas in qu. Fol. Heidelberg. 3 Thlr.

Hartwich, E., Aphoristische Bemerkungen über das Eisenbahnwesen und Mittheilungen über die Eisenbahnen in London nebst Vorstädten. Mit XVII Tafeln. gr. 8. Zweite vermehrte Auflage. geh. 3 1/3 Thlr.

Hartwich, E., Bemerkungen über die Schifffahrts- und Vorfluths-Verhältnisse in und bei Berlin mit Anschlufs eines Projectes zu einem Canale von der Oberspree nach der Havel bei Wannsee. Mit 4 Blatt Pläne und Profile. gr. 8. geh. 1 2/3 Thlr.

Haswell, Ch. H., Engineers' and Mechanics' Pocket-Book. 30. edit., revised and enlarged. 12°. morocco tuck. New-York. 14 sh.

Hauptmann, A., moderne ornamentale Werke im Stile der italienischen Renaissance. 2. Aufl. 1. Lfg. Fol. Dresden. 1 2/3 Thlr.

Heinz, C., Beiträge zum Bau der Brücken, Durchlässe und Futtermauern bei Eisenbahnen. gr. 4°. Berlin. 5 Thlr.

Heinzerling, F., die Brücken der Gegenwart. 1. Abth. Eiserne Brücken. 2. Heft. Fol. Aachen. 2 Thlr. 24 Sgr.

Herzbruch, ..., über Strafsenbau mit besonderer Berücksichtigung Ostpreufsens nebst Entwurf eines neuen Wege-Regulativs. Königsberg. 1/3 Thlr.

Hettner, H., der Zwinger in Dresden. gr. Fol. Leipzig. 14 1/3 Thlr.

Hittenkofer, ..., das Entwerfen der Gesimse. 3. Aufl. gr. 4°. Leipzig. 3 1/3 Thlr.

Hittenkofer, praktische Holz-Architektur. 1. Sammlung. 1. Heft. gr. 4°. Leipzig. 28 Sgr.

— — Dasselbe. 1. Sammlung. 2 3. Heft. Subscriptions-Preis 28 Sgr. Einzelpreis 1 1/3 Thlr.

Hitzig, Fr., Das Palais Kronenberg in Warschau. Mit XIV Tafeln in Kupferstich und farbigem Druck. gr. Folio. cart. 8 Thlr.

Hochbauten der Königl. Württembergischen Donau-Allgäu- und Hohenzollern-Bahn, entworfen und ausgeführt von J. v. Schlierholz. 23 Blatt Folio und Text in Mappe. Stuttgart. 5 Thlr.

Holmes, W. C., Instructions for the Management of Gas Works. 8°. 152 p. cloth. London. 4 sh.

Hörmann, A., Die neuen Wasserhaltungsmaschinen auf den Dechenschächten bei Saarbrücken, der Tiefbau-Anlage zu Rüdersdorf und der Ferdinandsgrube bei Kattowitz. Text in 4. geh. Hierzu ein Atlas mit 29 Tafeln in Doppelfolio. cart. 6 2/3 Thlr.

Jahrbuch, deutsches, über die Leistungen und Fortschritte auf den Gebieten der Theorie und Praxis der Baugewerbe. 4. Jahrg. 1873. 1—7. Heft. gr. 8°. Leipzig. à 12 Sgr.

Jenkins, F., and Raymond, J., on Building Contracts: a Legal Handbook for Architects etc. 2. edit. post-8°, cloth. London. 6 sh.

Ingenieurs, des, Taschenbuch. Herausgegeben von dem Verein „Hütte". Zehnte vermehrte und verbesserte Auflage. Mit vielen in den Text eingedruckten Holzschnitten. 8. geh. Preis 2 Thlr.

(Preis in Sarsenet gebunden 2 1/3 Thlr.)

Jonas, Ueber die Stellung der Preise für die Leistungen der Eisenbahnen. Vortrag, gehalten im Verein für Eisenbahnkunde am 10. März. gr. 8°. geh. 8 Sgr.

Joudon, P., le Répertoire du bâtiment. Nomenclature générale des termes et mode de métré appliques aux travaux de construction. In-8°. Lyon. 6 fr.

Kalender für Eisenbahn-Techniker. Bearb. durch E. Heusinger v. Waldegg. 2. Jahrg. 1875. gr. 16°. geb. Wiesbaden. 1 Thlr.

Kämmerling, H., der Civilbau. Eine Sammlung von Entwürfen zu Privat-Wohngebäuden für Stadt und Land. 2. Bd. 2. Lfg. gr. Fol. Berlin. 2 Thlr.

Karmarsch u. Heeren's technisches Wörterbuch. 3. Aufl. bearb. v. Kick u. Gintl. 1. 2. Lfg. gr. 8°. Prag. à 2/3 Thlr.

Keller, K., Berechnung und Construction der Triebwerke. gr. 8°. Heidelberg. 2 1/3 Thlr.

Kerr, Robert, a small Country House: a brief Practical Discourse on the Planning of a Residence, to cost from £ 2000 to £ 5000. With Supplementary Estimates of up to £ 7000. 12°. 100 p. London. cloth. 3 sh.

Klasen, L., die Entwässerungs-Anlagen in ihren Grundzügen dargestellt. gr. 8. Halle. 12 Sgr.

Klette, R., über Arbeitshäuser. gr. 8°. Halle. 12 Sgr.

Konkurrenz, die freie, bei der Verfassung von Plänen zu Staatsbauten. gr. 8°. Wien. 8 Sgr.

Kretschmer, J. W., der Locomotivführer und die Locomotive. 4. Aufl. 8°. Berlin. 5/6 Thlr.

Kutscher, E., Die neue Aufbereitungs-Anstalt bei Clausthal. Text in 4° mit Tafeln und einem Atlas mit 10 Tafeln in Folio. 3 1/3 Thlr.

Laissle, F., u. A. Schübler, der Bau der Brückenträger mit besonderer Rücksicht auf Eisen-Constructionen. 1. Thl. 1. Hälfte. 4. Aufl. gr. 8°. Stuttgart. 1 1/3 Thlr.

— — Dasselbe. 2. Thl. gr. 8°. Ebendas. 2 Thlr.

Lang, H., die Cisterzienser-Klosterkirche in Salem. Mit sechs Tafeln. gr. Folio. cart. 2 Thlr.

Lauer, J., Mauerwerks-Sprengungen mit Dynamit und Pulver. gr. 8°. Wien. 2 2/3 Thlr.

Lentz, H., die Balkenbrücken aus Schmiedeeisen. 2. Aufl. Hoch-4°. Berlin. 3 Thlr.

Le Preux, E. F., Un album d'architecte. Recueil de 70 pl. gravées sur acier et accomp. de leur texte explicatif. Grand-in-8°. Paris. En carton 25 fr.

Lucae, R., Warum wir Schinkel feiern. Festrede, gehalten bei der Schinkelfeier am 13. März 1873. gr. 8°. geh. 1/5 Thlr.

Lützow, C. v., u. L. Tischler, Wiener Neubauten. 1. Lfg. Fol. Wien. 2 2/3 Thlr.

Marchal, O., l'Atlas du meunier et du Constructeur de moulins. Série de documents pratique. In-folio, avec 41 pl. Paris. 40 fr.

Meldola, R., Elementary Inorganic Chemistry: the Non-Metallic Elements. 12°. 192 p. cloth. London. 1 sh. 6 d.

Menne und Doerenberg, Graphische Darstellung der Leistungsfähigkeit einer Güter-Locomotive von 50 Tons (à 20 Ctr.) Gesammtgewicht incl. Tender und 38570 Kil. adhärirendem Gewicht bei verschiedenen Steigungen, Curven, Geschwindigkeiten und Witterungsverhältnissen. 1 Blatt gr. Folio mit Randtext. 1 Thlr.

Menzel, C. A., und C. Schwatlo, der Steinbau. 6. Aufl. gr. 8°. geb. Halle. 4 Thlr.

Menzel, C. A., der practische Maurer. 6. Aufl., umgearbeitet von C. Schwatlo. gr. 8. Halle. 3 2/3 Thlr.

Morin, A., Salubrité des habitations. Manuel pratique du chauffage et de la ventilation. In-8°. Paris. 7 fr. 50.

Mothes, O., illustrirtes Baulexikon. 3. Aufl. 16. bis 27. Heft. gr. 8°. Leipzig. à 5 Sgr.

Muspratt's theoretische, practische und analytische Chemie, in Anwendung auf Künste und Gewerbe. Frei bearb. von Br. Kerl u. F. Stohmann. 3. Aufl. 2. Bd. 5—12. Lfg. Lex.-8°. Braunschweig. à 12 Sgr.

Nachrichten, statistische, von den Preufsischen Eisenbahnen. Bearbeitet auf Anordnung Sr. Excellenz des Herrn Ministers für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten von dem technischen Eisenbahnbüreau. Band XX. (Ergebnisse des Jahres 1872). gr. 4°. 1873. geh. 3 Thlr.

Von diesem Werk erscheint regelmäfsig jedes Jahr ein Band, welcher die statistischen Ergebnisse des vergangenen Jahres bringt.

Neumann, F., die Ziegelfabrikation. 7. Aufl. 8°. Mit Atlas in 4°. Weimar. 2 Thlr.

Niefs, A., architektonische Entwürfe aus dem Atelier des Hrn. Nicolai in Dresden. 9. u. 10. Lfg. Imp.-Fol. Berlin. à 2 Thlr.

Orth, A., Die Zionskirche zu Berlin. Mit 8 Kupfertafeln und 12 Holzschnitten. gr. Fol. cart. 4 2/3 Thl.

Otte, H., Geschichte der deutschen Baukunst von der Römerzeit bis zur Gegenwart. 5. Lfg. (Schlufs). gr. 8°. Leipzig. 24 Sgr.

Peyer, F., die Basilica des heil. Marcus zu Venedig. Eine baugeschichtliche Studie. gr. 8°. Schaffhausen. 18 Sgr.

Plage, E., Studien über Krankenhäuser mit Anwendung der daraus gewonnenen Resultate auf das Programm und die Vorarbeiten des neu zu erbauenden Krankenhauses in Wiesbaden. Mit 5 Blatt Zeichnungen und vielen in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 4°. geh. 2 Thlr.

Plessner, F., Anleitung zum Veranschlagen von Eisenbahnen nebst Preis-Ermittelung zur Feststellung der Baukosten. Dritte vermehrte und nach dem Metersystem umgearbeitete Auflage. Mit Kupfertafeln und Holzschnitten. Lex. 8°. 1874. 2 Thlr.

Pollitzer, M., der praktische Ingenieur und Baumeister. 1. Hälfte. 8°. geb. Brünn. 2 1/3 Thlr.

Pontzen, E., Schnee-Schutzvorkehrungen auf amerikanischen und europäischen Eisenbahnen. 8°. Wien. 1/2 Thlr.

Post-Office Directory, the, of the Building Trades in England, Scotland and Wales. 2. edit. roy.-8°. cloth. London. 25 sh.

Proell, R., Versuch einer graphischen Dynamik. gr. 8°. Mit Atlas in 4°. Leipzig. 2 2/3 Thlr.

Promnitz, J., der praktische Zimmermann. 2. Aufl. für das Metermaafs bearb. von G. Wanderley. gr. 8°. Halle. 3 1/3 Thlr.

— — der Holzbau. 2. Aufl. Bearbeitet von G. Wanderley. gr. 8°. geb. Halle. 3 1/2 Thlr.

Pugin, A. and J., and H. Le Keux, Specimens of the Architecture of Normandy. New edit. edited by R. P. Spiers. 4°. cloth. London. 42 sh.

Rankine, W. J. M., a Manual of Civil Engineering. 10. edit. thoroughly revised by E. F. Bamber. Post-8°. 798 p. cloth. London. 16 sh.

Raschdorff, J. C., Die Prämonstratenser-Abtei Knechtsteden. Mit vier Kupfern und vielen in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. Fol. cart. 2 2/3 Thlr.

Ratti, G., Cenni intorno alla costruzione del Ponte di ferro del Po a Borgoforte per la Ferrovia Mantova-Modena. Relazione. In-8°. 16 pag. Firenze.

Reinigung und Entwässerung Berlins. 12. Heft. gr. 8°. Berlin. 2 Thlr.

Reise-Studien, architektonische, vom Bodensee und der Schweiz. Aufgenommen, autogr. u. herausgeg. von Studirenden der Architekturfachschule am kgl. Polytechnikum in Stuttgart. 2.—8. Lfg. Fol. Stuttgart. à 24 Sgr.

Revy, J. J., Hydraulics of Great Rivers: the Parana, the Uruguay, and the La Plata Estuary. Folio. 182 p. cloth. London. 42 sh.

Rhodius, A., Ueber Mittelzahlen aus Beobachtungen von Naturerscheinungen, als Temperaturen, Barometerständen etc. 4°. geh. 1/3 Thlr.

Rimmer, Alfr., Architectural Drawing Studies. Intented as a simple Guide to the Knowledge of Ancient Styles of Architecture. With a Preface by the Very Rev. J. S. Howson. Oblong folio, boards. London. 2 sh. 6 d.

Ritter, A., Lehrbuch der technischen Mechanik. 3. Aufl. gr. 8. Hannover. 5 1/3 Thlr.

Robson, E. R., School Architecture; being Practical Remarks on the Planning, Designing, Building and Furnishing of Schoolhouses. With more than 300 Illustrations. 8°. 464 p. half-bound. London. 31 sh. 6 d.

Romberg's Zeitschrift für praktische Baukunst. 34. Jahrg. 1874. Imp.-4°. Berlin. pro complet 5 Thlr.

Rosenow, H., die Curven dritter Ordnung mit einem Doppelpunkte. gr. 8°. Breslau. 1/2 Thlr.

Rühlmann, M., allgemeine Maschinenlehre. 4. Bd. 2. Abth. gr. 8°. Braunschweig. 1 Thlr. 22 Sgr.

Ržiha, Franz, Lehrbuch der gesammten Tunnel-Baukunst. 2 Bde. 2. Aufl. Mit 650 in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. Lex.-8. geh. 18 Thlr.

Sacchi, A., Architettura pratica. Le abitazioni, Alberghi, case operaie, fabbriche rurali, case civili, palazzi e ville. In-8°. pag. XX — 744 con figure. Milano-Napoli. 20 L.

Salbach, B., das Wasserwerk der Stadt Dresden, erbaut in den Jahren 1871 — 1874. 1. Thl.: Die Vorarbeiten und die Projectirung des Baues. gr. 8°. Halle. 2⅔ Thlr.

Sarrazin, O. u. H. Oberbeck, Taschenbuch zum Abstecken von Kreisbögen für Strafsen und Eisenbahnen. 16°. Berlin. geb. 1 Thlr.

Schädler, V., der praktische Hochbau. 2. Jahrg. 1. — 10. Lfg. gr. 8°. St. Gallen. à 9 Sgr.

Scharowsky, C., und L. Seifert, Tabellen zur Gewichtsberechnung von Walzeisen und Eisenconstructionen. 2. Aufl. gr 8°. cart. Hagen. 24 Sgr.

Schinkel, Karl Friedrich. Decorationen innerer Räume. Herausgegeben von Martin Gropius, Professor u. Director an der Königl. Handelsschule. Folio. VIII Tafeln in reichstem Farbendruck. Zweite Aufl. In Mappe. 8⅔ Thlr.

— — Entwurf zu einem Königs-Palast auf der Akropolis zu Athen. X Tafeln in gröfstem Folio-Format. In Kupferstich und farbigem Druck. Neuer Abdruck vom Jahre 1874. 8 Thlr.

— — Decorationen auf den Königl. Hoftheatern zu Berlin. gr. Fol. XXXII farbige Aquatinta-Tafeln. Neuer Abdruck vom Jahre 1874. 15 Thlr.

Schlichting, J., Canalisation der Mosel von Arnaville bis Metz. Mit 12 Kupfertafeln. gr. 4°. geh. 2⅔ Thlr.

Schlierholz, J. v., Hochbauten der königl. württemberg. Donau-, Allgäu- und Hohenzollern-Bahn. Fol. geb. Stuttgart. 5 Thlr.

Schmitz, F., und O. L. Ennen, der Dom zu Cöln, seine Construction und Ausstattung. 19. u. 20. Lfg. gr. Fol. Cöln. 2 Thlr.

Scholtze's, C., Façaden-Entwürfe neuer Gebäude aller Art. Jahrg. 1874. 5 — 9. Heft. gr. 8. Leipzig.
Subscr.-Preis à 28 Sgr.
Einzelpreis à 1⅓ Thlr.

Schoen, J. G., der Tunnelbau. 2. Aufl. mit Atlas. gr. 8°. Wien. 5⅓ Thlr.

Schrabetz, E., neuer patentirter Schienenbieg-Apparat. 2. Aufl. gr. 8°. Wien. 8 Sgr.

Schreiber, Die Preufsischen Eisenbahnen und ihr Verhältnifs zum Staat. 1834 — 1874. gr. Lex.-8°. 1874. geh. ⅔ Thlr.

Schubert, F. C., Rath- und Pfarrhäuser, Kirchen, Capellen und Schulen. Entwürfe. gr. 4°. Leipzig. 2 Thlr.

Schwatlo, C., Handbuch zur Beurtheilung und Anfertigung von Bauanschlägen. 6. Aufl. gr. 8°. Halle. 2⅓ Thlr.

Seefehlner, J., Tabelle zur Berechnung der Eigengewichte eiserner Brückenconstructionen für Eisenbahnen. 8°. Pest. ¼ Thlr.

Sharpe, Edm., Architecture of Cistercians. 4°. sewed. London. 7 sh. 6 d.

Sievers, J., Die Flötzlagerung in der Stoppenberger und Horster Mulde. Mit sechs Texttafeln und einer Tafel Profile. 4°. geh. 1 Thlr.

— — Flötzkarte dazu. 3 Blatt gr. Folio. 2 Thlr.

Smit, G. A., de bouwkundige vraagbaak en rekenmeester. Handleiding tot het maken van berekeningen voor timmer-, metsel-, aardstukadoor-, steenhouvers-, ververs-, smids-, glazenmakers-, loodgieters-, draaiers-, behangerswerk enz. enz. 1e afl. Post-8°. bl. 1 — 48 met 2 uitsl. gelith. platen. Leiden. 45 c.
Complet in 8 à 12 afl.

Sorge, C. Th., die Secundairbahnen in ihrer Bedeutung und Anwendung für das Königreich Sachsen. 2. Aufl. gr. 4°. Dresden. 12 Sgr.

Spon's Dictionary of Engineering, Civil, Mechanical, Military, and Naval. With Technical Terms in French, German, Italian, and Spanish. Edited by Byrne and Spon. 3 vols. roy.-8°. cloth. London. 5 L. 5 sh.

Stahlberger, E., die Ebbe und Fluth in der Rhede von Fiume. gr. 4°. geb. Pest. 2 Thlr.

Stephenson, Sir R. M., Elementary and Practical Instructions in the Science of Railway Construction. 5. edit. revised and considerably augmented by Edward Nugent. 12°. 2070 p. cloth. London. 3 sh.

Stern, S., weitere Beiträge zur Theorie der Schallbildung. Lex.-8°. Wien. ⅙ Thlr.

Street, G. E., Brick and Marble in the Middle Ages. 2. edit. with numerous Illustr. 8°. 428 p. cloth. London. 26 sh.

Studien, architektonische. Herausgegeben vom Architekten-Verein am königl. Polytechnikum in Stuttgart. 4. Jahrg. 1. Heft. Fol. Stuttgart. 24 Sgr.

Taylor, G. L. and E. Cresy, Architectural Antiquities of Rome. With 130 plates. New edit. Folio. half-bound. London. 63 sh.

Tiede, H., Schwemm-Canalisation und Berieselungs-System oder pneumatische Canalisation und Düngerfabriken. gr. 8°. Berlin. ⅓ Thlr.

Tolhausen, A. and L., Technological Dictionary in the english, german and french languages. 2. Part. English-german-french. gr. 16°. Leipzig. 2⅔ Thlr.

Tower, G. B. N., Instructions on Modern American Bridge Building. With Practical Applications and Examples. Illustr. with 4 plates and 30 Figures. 8°. cloth. Boston. 10 sh.

Transactions of the Society of Engineers for 1871. 8°. cloth. London. 10 sh. 6 d.

Trautwine, J. C., Civil Engineers' Pocket-Book. 3. edit. revised and enlarged. 12°. morocco tuck. Philadelphia. 25 sh.

Ueber die Bedingungen zur Sicherung der Rentabilität der Eisenbahnen. gr. 8°. Wien. 12 Sgr.

Viollet-le-Duc, E., Habitations modernes. 1re Livr. In-Fol. Paris. Ve A. 20 fr.
L'ouvrage complet coûtera 200 fr.

Volz, C., Beiträge zur Holzornamentik. 1. Heft. gr. Fol. Nördlingen. 1 Thlr.

Vorarbeiten für die Wasserversorgung Darmstadts. gr. 8°. Darmstadt. 16 Sgr.

Waaterstaatskart van Nederland. Schaal 1 : 50000. Vervardigd op last van Zijne Excellentie den minister van binnenlandsche zaken Thorbecke, onder toezigt van P. Calaud en J. A. Besier. Harlingen 1 — 3 en Ameland. 4 bladen lithogr. in folio. 's Gravenhage. Per blad 1 fl. 50 c.

Wach, A., gemeinnütziger Baurathgeber bei allen Arbeits- und Materialberechnungen im Baufache. 6. Aufl. 8°. Prag. 2 Thlr., gebd. 2 Thlr. 8 Sgr.

Weber, M. M., Frhr. v., neue Pfade der Volkswirthschaft. Die Secundair-Eisenbahnen mit normaler Spurweite und langsamer Fahrbewegung. gr. 8°. Weimar. 9 Sgr.

Weisbach, J., Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinen-Mechanik. 5. Aufl., bearb. von G. Herrmann. 1. Thl., 11. und 12. Lfg. gr. 8°. Braunschweig. $1\frac{1}{3}$ Thlr.

Weisbach's Ingenieur. Sammlung von Tafeln, Formeln und Regeln der Arithmetik, der theoretischen und praktischen Geometrie, sowie des Ingenieurwesens. 6. Aufl., unter Mitwirkung von F. Reuleaux herausgeg. von G. Querfurth. 1. Abth. 12°. Braunschweig. 16 Sgr.

Wiebe, F. K. H., Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer. Eine Sammlung ausgeführter Maschinen, Fabrik-Anlagen, Feuerungen, eiserner Bauconstructionen, sowie anderer Gegenstände aus dem Gebiete des Ingenieurwesens. Heft 91—96. à $1\frac{1}{3}$ Thlr.

In Heften von 6 Blatt mit Text. kl. Folio. geh.

Von dieser Sammlung erscheinen jährlich sechs Hefte. Ein Inhaltsverzeichnifs von Heft 1—86, Jahrg. I—XV, systematisch bearbeitet, wird gratis ausgegeben.

— — Ueber die Darstellung der Verhältnisse der Schieberbewegung bei den Dampfmaschinen durch Schaulinien. Mit sieben Kupfertafeln. gr 4°. geh. $1\frac{1}{3}$ Thlr.

Winkler, E., technischer Führer durch Wien. 2. Aufl. 8°. geb. Wien. 2 Thlr.

— — Dasselbe. Ergänzungen zur 1. Auflage. 8°. Ebendaselbst. $\frac{1}{3}$ Thlr.

— — Vorträge über Brückenbau. Theorie der Brücken. 2. Heft. 1. Lfg. gr. 8°. Wien. 1 Thlr. 14 Sgr.

— — Vorträge über Eisenbahnbau. 2. Heft. Weichen und Kreuzungen. 2. Lfg. 2. Aufl. gr. 8°. Prag. 1 Thlr. 8 Sgr.

— — Dasselbe. 11. Heft. Signalwesen, von E. Schmidt. 1. u. 2. Lfg. gr. 8°. Ebendaselbst. 1 Thlr. 18 Sgr.

Wörterbuch, technologisches, in deutscher, französischer und englischer Sprache. 3. Bd. Französisch-deutsch-englisch. 2. Aufl., bearb. von O. Mothes. 2. (Schlufs-) Lfg. Lex.-8°. Wiesbaden. $2\frac{2}{3}$ Thlr.

Wulff, E., architektonische Harmonielehre in ihren Grundzügen dargestellt. Fol. Wien. 4 Thlr.

Wüst, C., die Einführung der Ketten-Schifffahrt auf dem Neckar. gr. 4°. Heilbronn. $\frac{5}{6}$ Thlr.

Zeichnungen der Fahrzeuge des Brückentrains und der Brückenbedürfnisse. gr. 4°. cart. Berlin. $1\frac{1}{3}$ Thlr.

Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins in Hannover. Red. von Launhardt. 20. Bd. Jahrg. 1874. (4 Hefte). Imp.-4°. Hannover. 8 Thlr.

Zeitschrift für Bauwesen. Herausgegeben unter Mitwirkung der Königl. technischen Bau-Deputation und des Architekten-Vereins zu Berlin. Redigirt von G. Erbkam, Kgl. Baurath im Ministerium für Handel etc. Jahrgang XXIV. (1874). 10 Thlr.

Der Jahrgang umfafst einen Band Text in gr. 4° und einen Atlas in gr. Folio mit Kupfertafeln in Stich, Lithographie und farbigem Druck in Folio und Quart.

Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preufsischen Staate. Herausgegeben im Kgl. Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten. Bd. XXII oder Jahrg. 1874. Text 4°. Atlas in Folio. $6\frac{2}{3}$ Thlr.

Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins. Redacteur: W. Tinter. 26. Jahrg. 1874. Imp.-4°. Wien. 5 Thlr.

Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Redigirt von Ziebarth. 18. Bd. Jahrg. 1874. $7\frac{1}{2}$ Thlr.

Zimmermann, H., Berechnung der Maximalmomente und Maximalschubkräfte eines continuirlichen Trägers an constantem Trägheitsmoment. Formeln, Regeln und Tabellen, nach Vorträgen von Ober-Baurath Prof. Sternberg, Director der Ingenieurschule in Stuttgart zusammengestellt. 1 Bog. Text und $\frac{1}{2}$ Bog. Zeichnungen (Constructionsbeispiele) in Autographie. Carlsruhe. 12 Sgr.

Halle, Buchdruckerei des Waisenhauses.

Weber, M. M., Frhr. v., neue Pfade der Volkswirthschaft. Die Secundair-Eisenbahnen mit normaler Spurweite und langsamer Fahrbewegung. gr. 8°. Weimar. 9 Sgr.

Weisbach, J., Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinen-Mechanik. 5. Aufl., bearb. von G. Herrmann. 1. Thl. 11. und 12. Lfg. gr. 8°. Braunschweig. 1⅓ Thlr.

Weisbach's Ingenieur. Sammlung von Tafeln, Formeln und Regeln der Arithmetik, der theoretischen und praktischen Geometrie, sowie des Ingenieurwesens. 6. Aufl., unter Mitwirkung von F. Reuleaux herausgeg. von G. Querfurth. 1. Abth. 12°. Braunschweig. 16 Sgr.

Wiebe, F. K. H., Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer. Eine Sammlung ausgeführter Maschinen, Fabrik-Anlagen, Feuerungen, eiserner Bauconstructionen, sowie anderer Gegenstände aus dem Gebiete des Ingenieurwesens. Heft 91—96. à 1⅓ Thlr.

In Heften von 6 Blatt mit Text. kl. Folio. geh.

Von dieser Sammlung erscheinen jährlich sechs Hefte. Ein Inhaltsverzeichniss von Heft 1—88, Jahrg. I—XV, systematisch bearbeitet, wird gratis ausgegeben.

— Ueber die Darstellung der Verhältnisse der Schieberbewegung bei den Dampfmaschinen durch Schaulinien. Mit sieben Kupfertafeln. gr. 4°. geh. 1⅓ Thlr.

Winkler, E., technischer Führer durch Wien. 2. Aufl. 8°. geb. Wien. 2 Thlr.

— Dasselbe. Ergänzungen zur 1. Auflage. 8°. Ebendaselbst. ⅔ Thlr.

— Vorträge über Brückenbau. Theorie der Brücken. 3. Heft. 1. Lfg. gr. 8°. Wien. 1 Thlr. 14 Sgr.

— Vorträge über Eisenbahnbau. 2. Heft. Weichen und Kreuzungen. 3. Lfg. 2. Aufl. gr. 8°. Prag. 1 Thlr. 8 Sgr.

— Dasselbe. 11. Heft. Signalwesen, von E. Schmidt. 1. u. 2. Lfg. gr. 8°. Ebendaselbst. 1 Thlr. 18 Sgr.

Wörterbuch, technologisches, in deutscher, französischer und englischer Sprache. 3. Bd. Französisch-deutsch-englisch. 2. Aufl., bearb. von O. Mothes. 2. (Schluss-) Lfg. Lex.-8°. Wiesbaden. 2⅔ Thlr.

Wulff, E., architektonische Harmonielehre in ihren Grundzügen dargestellt. Fol. Wien. 4 Thlr.

Wust, G., die Einführung der Ketten-Schifffahrt auf dem Neckar. gr. 4°. Heilbronn. ⅔ Thlr.

Zeichnungen der Fahrzeuge des Brückentrains und der Brückenbedürfnisse. gr. 4°. cart. Berlin. 1⅓ Thlr.

Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins in Hannover. Red. von Launhardt. 20. Bd. Jahrg. 1874. (4 Hefte.) Imp.-4°. Hannover. 8 Thlr.

Zeitschrift für Bauwesen. Herausgegeben unter Mitwirkung der Königl. technischen Bau-Deputation und des Architekten-Vereins zu Berlin. Redigirt von G. Erbkam, Kgl. Baurath im Ministerium für Handel etc. Jahrgang XXIV (1874). 10 Thlr.

Der Jahrgang umfasst einen Band Text in gr. 4° und einen Atlas in gr. Folio mit Kupfertafeln in Stich, Lithographie und farbigem Druck in Folio und Quart.

Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preussischen Staate. Herausgegeben im Kgl. Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten. Bd. XXII oder Jahrg. 1874. Text 4°. Atlas in Folio. 6⅔ Thlr.

Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins. Redacteur: W. Tinter. 26. Jahrg. 1874. Imp.-4°. Wien. 5 Thlr.

Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Redigirt von Ziebarth. 18. Bd. Jahrg. 1874. 7⅓ Thlr.

Zimmermann, H., Berechnung der Maximalmomente und Maximalschubkräfte eines continuirlichen Trägers an constantem Trägheitsmoment. Formeln, Regeln und Tabellen, nach Vorträgen von Ober-Baurath Prof. Sternberg, Director der Ingenieurschule in Stuttgart zusammengestellt. 1 Bog. Text und ½ Bog. Zeichnungen (Constructionsbeispiele) in Autographie. Carlsruhe. 12 Sgr.